

کد کنترل

332

F



332F

صبح پنجشنبه

۱۳۹۹/۵/۲



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.»  
امام خمینی (ره)

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۳۹۹

مجموعه فیزیک - کد (۱۲۰۴)

مدت پاسخ‌گویی: ۲۷۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۱۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۳۰	۱	۳۰
۲	دروس تخصصی ۱ (فیزیک پایه (۱، ۲ و ۳)، فیزیک جدید، ترمودینامیک و مکانیک آماری، ریاضی فیزیک (۱ و ۲))	۴۰	۳۱	۷۰
۳	دروس تخصصی ۲ (مکانیک کلاسیک (۱ و ۲)، الکترومغناطیس (۱ و ۲)، مکانیک کوانتومی (۱ و ۲))	۴۰	۷۱	۱۱۰

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۹

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی):

### PART A: Vocabulary

**Directions:** Choose the word or the phrase (1), (2), (3), or (4) that best completes the blank. Then mark the correct choice on your answer sheet.

- 1- I omitted all the extraneous details while explaining the ----- of the matter to him.  
1) breach                      2) distinction                      3) qualm                      4) gist
- 2- While his brother writes in an unclear and clumsy way, Sam himself is known for his ----- style of writing.  
1) lucid                      2) verbose                      3) dull                      4) feasible
- 3- Poultry farms place the eggs into incubators to ----- the growth of the embryo into chicken.  
1) conquer                      2) hasten                      3) outline                      4) elude
- 4- With as many as three witnesses giving evidence against her, the ----- of her claim that she was innocent was in serious doubt.  
1) demonstration                      2) paradigm                      3) veracity                      4) empiricism
- 5- I did not like her way of teaching because her lecture had too many digressions; she kept on wandering to various subjects, most of them not ----- to the central idea of her topic.  
1) vulnerable                      2) peripheral                      3) pertinent                      4) loyal
- 6- With the advent of electric bulbs and emergency lights, the use of gas lamps became -----.  
1) imprecise                      2) repetitive                      3) idealistic                      4) obsolete
- 7- The employee did not believe the implausible story that Janet ----- to justify her absence from work.  
1) concocted                      2) scrutinized                      3) manipulated                      4) reassured
- 8- The doctor has advised him to ----- adhere to the prescribed regimen; otherwise, there is a danger of relapse of the illness.  
1) sequentially                      2) strictly                      3) ineptly                      4) selectively
- 9- The ----- in her speech can put off almost anyone; she urgently needs to tone down the harsh words she uses.  
1) explicitness                      2) enigma                      3) shortsightedness                      4) acerbity
- 10- He is so wasteful; he has ----- all the money that he had borrowed from me, and is now back again asking for more.  
1) allocated                      2) neglected                      3) depleted                      4) accumulated

**PART B: Cloze Passage**

**Directions:** Read the following passage and decide which choice (1), (2), (3), or (4) best fits each space. Then mark the correct choice on your answer sheet.

Good learners work hard. A few things may come easily to learners, but most knowledge requires effort (11) ----- to put in the time. They talk with others, read more, study more and carry around when they don't understand, (12) ----- about it before they go to sleep, at the gym, on the bus. Good learners are persistent. When they fail, they carry on, (13) ----- that they will figure it out eventually. (14) -----, they learn from their mistakes. Good learners recognize (15) ----- always fun. But that does not change how much they love it.

- 11- 1) which is good learners willing                      2) and good learners are willing  
       3) that good learners willing are                     4) willing are good learners
- 12- 1) thinking                      2) to think                      3) they think                      4) by thinking
- 13- 1) are confident                      2) who are confident                      3) they are confident                      4) confident
- 14- 1) Although                      2) In the meantime                      3) A case in point                      4) Whereas
- 15- 1) learning not be                      2) that learning is not  
       3) to learn not to be                      4) learning it is not

**PART C: Reading Comprehension**

**Directions:** Read the following three passages and answer the questions by choosing the best choice (1), (2), (3), or (4). Then mark the correct choice on your answer sheet.

**PASSAGE 1:**

Lab instruction has historically been a cornerstone of physics education, but the large amounts of money, space, and instructor time that labs require must be constantly justified. Few physicists would contest the importance of labs in a physics curriculum. But if you ask physicists what labs are for, their answers will be vastly varied. Goals range over reinforcing content, learning about measurement and uncertainty, developing teamwork skills, and, more broadly, learning that physics is an experimental science. Some labs try unrealistically to hit all those targets.

We and others have recently been examining how effective labs are at achieving various goals. What we've found is that traditional labs fall way short of achieving a frequent goal. The surprising—even shocking—results make a strong case for reexamining what lab courses are for and how they are taught. Fortunately, certain goals and teaching methods have shown good evidence of effectiveness.

Our investigation turned out to be more complicated than looking at exam scores, though. Students usually decided whether to take the lab based on their major or other requirement. For example, many medical schools require a physics course with a lab.

- 16- What main question is the passage concerned with?
- 1) Efficiency of physics labs
  - 2) Efficiency of traditional methods of teaching physics
  - 3) The objectives of physics instruction
  - 4) Reexamining the physics curriculum in schools
- 17- The word “cornerstone” in paragraph 1 is similar in meaning to -----.
- 1) component
  - 2) basis
  - 3) criticism
  - 4) barrier
- 18- Which of the following statements is true?
- 1) Almost all physicists doubt the significance of labs in a physics curriculum.
  - 2) In order to do their investigation, the authors analyzed students’ exam scores.
  - 3) The authors have found that traditional labs have failed to reach their goals.
  - 4) Considering factors such as money and space, building physics labs is always justified.
- 19- According to the passage, if we ask physicists what labs are for, their answers will be all of the following EXCEPT -----.
- 1) reinforcing content
  - 2) developing teamwork skills
  - 3) learning about measurement
  - 4) practicing communication skills
- 20- The word “they” in paragraph 2 refers to -----.
- 1) results
  - 2) lab courses
  - 3) goals
  - 4) teaching methods

**PASSAGE 2:**

The quest to develop the understanding for time crystalline behavior in quantum systems has taken a new, exciting twist. Physics experts from the Universities of Exeter, Iceland, and ITMO University in St. Petersburg, have revealed that the existence of genuine time crystals for closed quantum systems is possible. Different from other studies which to date considered non-equilibrium open quantum systems, where the presence of drive induces time-periodic oscillations, researchers have theoretically found a quantum system where time correlations survive for an infinitely long time.

Published in *Physical Review Letters* as Editors’ Suggestion, the study could pave the way to the development of novel, exciting applications, such as a new kind of atomic clocks. The notion of a time crystal (TC) was first put forward by the esteemed physics Nobel laureate Frank Wilczek in 2012) The central role in establishing time crystal as a new phase of matter corresponds to breaking of the time translational symmetry.

In everyday life we are surrounded by solids, where atoms and molecules form a periodic structure along the spatial coordinates. Unlike ordinary crystals – such as diamonds – with properties defined by atoms being regularly arranged in space, time crystals instead show an ever-changing mode of behavior that repeats in time.

- 21- Which of the following is the best title for the passage?
- 1) Exciting Discoveries about Quantum Systems
  - 2) The Quest to Develop an Understanding of Quantum Systems
  - 3) New Twist in Discovering Time-Periodic Oscillations in Quantum Physics
  - 4) New Twist in Quest to Develop an Understanding of Time Crystalline Behavior

- 22- **What have the researchers theoretically found?**
- 1) A quantum system where time correlations survive for a limited time
  - 2) Time crystals manifest a never-changing mode of behavior that is stagnant in time
  - 3) A quantum system where time correlations survive for an infinitely long time
  - 4) Atoms and molecules form a periodic structure along the spatial coordinates
- 23- **The word “induces” in paragraph 1 is similar in meaning to -----.**
- 1) causes
  - 2) stops
  - 3) reduces
  - 4) improves
- 24- **Which of the following statements is true?**
- 1) The idea of a time crystal was first proposed by Frank Wilczek in 2012.
  - 2) The physics Nobel laureate Frank Wilczek published his ideas as Editors’ Suggestion.
  - 3) The study reported in the passage was published in 2012 at ITMO University in St. Petersburg.
  - 4) The concept of a time crystal was first published in *Physical Review Letters*.
- 25- **The findings of the study mentioned in the passage are likely to result in invention of new atomic -----.**
- 1) yachts
  - 2) force microscopes
  - 3) clocks
  - 4) heaters

**PASSAGE 3:**

On its surface, the work is deceptively simple: Shoot a high-power laser beam onto a piece of metal for a fraction of a second and see what happens. But researchers say the physics of laser welding is surprisingly complex. A better understanding of the interaction between laser and metal could give industry more control over laser welding, a technology that is becoming increasingly popular in manufacturing. For the past three years, scientists at the National Institute of Standards and Technology (NIST) have been collecting data on the most fundamental aspects of laser welding. The scope of their study is narrow, but the measurements of this complicated process are more accurate and comprehensive than any data ever collected on the subject, the researchers say.

Now, this information is starting to be used by computer modelers to improve simulations of laser welding processes, a necessary step to prepare the work for industry. “Our results are now mature enough to where academic researchers are starting to use our data to thoroughly test their computer models in a way that they just haven’t been able to do before, because this kind of data hasn’t been available,” said NIST physicist Brian Simonds.

Welding is necessary for many industrial processes, from building cars and airplanes to laptops and cellphones. Conventional welding typically uses an arc of electricity to heat and fuse materials. In contrast, a multi-kilowatt laser beam can heat a smaller area of the metals being joined, creating a smaller, smoother seam than a conventional weld, on the order of millimeters rather than centimeters. Laser welding is also faster and more energy-efficient than conventional welding.

- 26- **Which of the following best describes what the passage is mainly about?**
- 1) Research sparks new insights on laser welding.
  - 2) The phenomena which are deceptively easy can mislead physicists.
  - 3) Shooting a high-power laser beam onto a piece of metal is very simple.
  - 4) Shooting a laser beam onto any surface should be no longer than a fraction of a second.



- 27- Which of the following statements is NOT true?
- 1) The interaction between laser and metal could give industry more control over laser welding.
  - 2) The physics of laser welding is apparently complex, yet surprisingly very simple.
  - 3) Scientists at NIST have been collecting data on the most fundamental aspects of laser welding for the past three years
  - 4) The information gathered by NIST scientists is now beginning to be used by computer modelers.
- 28- The word "mature" in paragraph 2 is similar in meaning to -----.
- 1) registered                      2) adult                      3) vast                      4) developed
- 29- The word "they" in paragraph 2 refers to -----.
- 1) computer modelers                      2) computer models
  - 3) results                      4) academic researchers
- 30- Which of the following is true about conventional welding?
- 1) It is extremely swift and incredibly energy-efficient.
  - 2) It uses an arc of electricity to heat and fuse materials.
  - 3) The seams it makes work on the order of millimeters.
  - 4) It can heat a smaller area of the metals being joined and create a smaller, smoother seam.

دروس تخصصی ۱ (فیزیک پایه (۱، ۲ و ۳)، فیزیک جدید، ترمودینامیک و مکانیک آماری، ریاضی فیزیک (۱ و ۲)):

۳۱- جسمی از ارتفاع  $h$  رها می‌شود. اگر نیمه دوم مسیر را در یک ثانیه طی کند، مقدار  $h$  چند متر است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

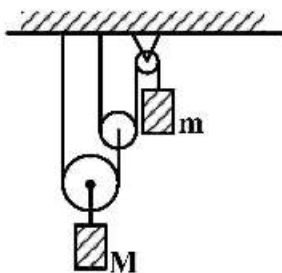
(۱) ۲٫۴

(۲) ۱۰

(۳) ۳۸٫۲

(۴) ۵۸٫۳

۳۲- در شکل زیر مکعب‌های به جرم  $m$  و  $M$  در امتداد قائم حرکت می‌کنند. اگر از جرم قرقره‌ها و نخ‌ها چشم‌پوشی شود و  $M = ۳m$ ، شتاب مکعب به جرم  $m$  بر حسب  $g$  شتاب جاذبه کدام است؟



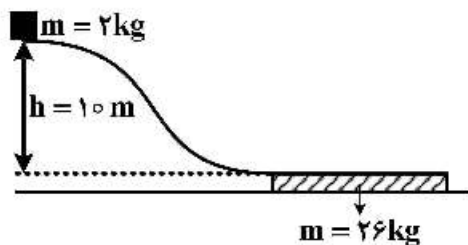
(۱)  $\frac{g}{16}$  به سمت پایین

(۲)  $\frac{4g}{19}$  به سمت پایین

(۳)  $\frac{g}{16}$  به سمت بالا

(۴)  $\frac{4g}{19}$  به سمت بالا

۳۳- جسمی به جرم  $2\text{ kg}$  از بالای یک تپه بدون اصطکاک به ارتفاع  $10\text{ m}$  با سرعت اولیه صفر به پایین می‌لغزد. در پایین تپه صفحه‌ای به جرم  $26\text{ kg}$  قرار دارد که جسم می‌تواند روی آن حرکت کند. اصطکاک بین صفحه و سطح زمین قابل چشم‌پوشی است. پس از رسیدن جسم به پایین تپه و حرکت روی صفحه به دلیل وجود اصطکاک بین جسم و صفحه، سرعت جسم کند می‌شود، به طوری که سرانجام جسم و صفحه با هم حرکت می‌کنند. کار نیروی



اصطکاک چند ژول است؟ ( $g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

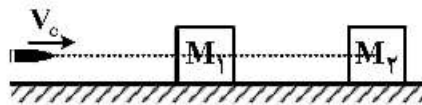
(۱) ۱۴

(۲) ۱۸۲

(۳) ۱۹۶

(۴) ۲۷۴۴

۳۴- یک گلوله  $50\text{ g}$  گرمی در راستای افقی با تندی  $V_0$  شلیک می‌شود. در میانه مسیر به جسم ساکنی به جرم  $M_1 = 1\text{ kg}$  برخورد می‌کند، در آن فرو می‌رود و از آن عبور می‌کند. سپس به جسم ساکن دیگری به جرم  $M_2 = 2\text{ kg}$  برخورد می‌کند و در آن فرو می‌رود، اما دیگر نمی‌تواند از آن خارج شود. اگر تندی نهایی جرم‌های  $M_1$  و  $M_2$  به ترتیب  $0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  و  $2.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد و از اصطکاک میان هر یک از دو جسم و سطح افقی چشم‌پوشی شود، مقدار  $V_0$  چند  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  بوده است؟



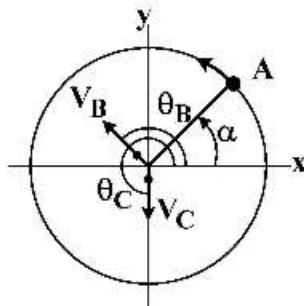
(۱) ۷۰

(۲) ۹۰

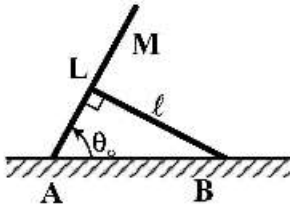
(۳) ۷۲

(۴) ۹۲

۳۵- متحرک A به طور یکنواخت روی یک مسیر دایره‌ای شکل به شعاع  $r = 10\text{ m}$  در جهت پادساعتگرد حرکت می‌کند و متحرک‌های B و C روی مرکز این دایره ساکن‌اند. در یک لحظه به طور هم‌زمان متحرک B با سرعت  $V_B = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  و با زاویه  $\theta_B = \frac{\Delta\pi}{6}$  نسبت به محور x، و متحرک C با سرعت  $V_C = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  و با زاویه  $\theta_C = \frac{3\pi}{4}$  نسبت به محور x در راستای شعاعی شروع به حرکت می‌کنند. در لحظه‌ای که متحرک‌های B و C حرکت‌شان را آغاز می‌کنند، زاویه  $\alpha$  چقدر باشد تا ابتدا متحرک B و سپس متحرک C، متحرک A را ملاقات کنند؟

(۱)  $\frac{\pi}{3}$ (۲)  $\frac{\pi}{5}$ (۳)  $\frac{\pi}{6}$ (۴)  $\frac{4\pi}{15}$

۳۶- مطابق شکل دو میله یکی به جرم  $M$  و طول  $L$  و دیگری به طول  $l$  و جرم قابل چشم‌پوشی به ترتیب مطابق شکل زیر در نقاط  $A$  و  $B$  به سطح افقی لولا شده‌اند. زاویه دو میله در نقطه تماس آن دو با هم  $90^\circ$  است. نیرویی که میله دارای طول  $l$  به میله جرم‌دار وارد می‌کند تا آن را در حال تعادل نگه دارد، کدام است؟



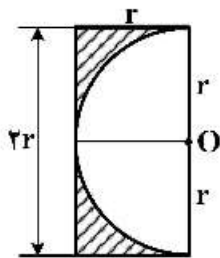
$$\frac{MgL}{2l} \sin \theta_0 \quad (1)$$

$$\frac{Mg}{\cos \theta_0} \quad (2)$$

$$\frac{MgL}{l} \tan \theta_0 \quad (3)$$

$$\frac{Mgl}{l \sin \theta_0} \quad (4)$$

۳۷- از یک صفحه نازک مستطیل شکل همگن به طول  $2r$  و عرض  $r$  مطابق شکل زیر یک نیم دایره به شعاع  $r$  بریده شده است. فاصله مرکز جرم قطعه باقی‌مانده (بخش هاشورخورده) تا نقطه  $O$  مرکز دایره کدام است؟



$$\frac{5}{2(4+\pi)} r \quad (1)$$

$$\frac{10}{2(2+\pi)} r \quad (2)$$

$$\frac{2}{2(4-\pi)} r \quad (3)$$

$$\frac{(3\pi-2)}{3\pi(\pi-2)} r \quad (4)$$

۳۸- بار الکتریکی در داخل کره‌ای به شعاع  $R$  با چگالی حجمی  $\rho(\vec{r}) = \frac{A}{r}$  توزیع شده است که  $A$  ثابت و  $r$  فاصله تا مرکز کره است. پتانسیل الکتریکی در داخل کره و در نقطه‌ای به فاصله  $r$  از مرکز کره کدام است؟

$$\frac{A}{\epsilon_0} \left( R - \frac{r}{2} \right) \quad (1)$$

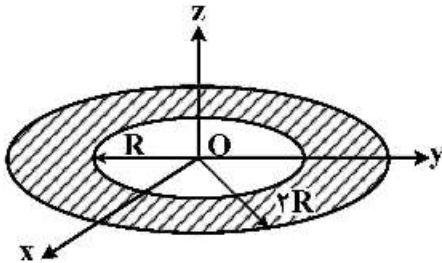
$$\frac{A}{\epsilon_0} R \quad (2)$$

$$\frac{A}{\epsilon_0} (R - r) \quad (3)$$

$$\frac{AR}{2\epsilon_0} \quad (4)$$



۳۹- مطابق شکل زیر بار الکتریکی  $Q$  به صورت یکنواخت بر روی سطح یک قرص مسطح و نازک محصور بین دو دایره هم مرکز به شعاع  $R$  و  $2R$  توزیع شده است. بسامد زاویه‌ای نوسان‌های کوچک بار نقطه‌ای  $-q$  ( $q > 0$ ) به جرم  $m$  که در امتداد محور  $z$  حول مرکز قرص نوسان می‌کند برحسب  $\omega_0 = \sqrt{\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 m R^3}}$  چقدر است؟



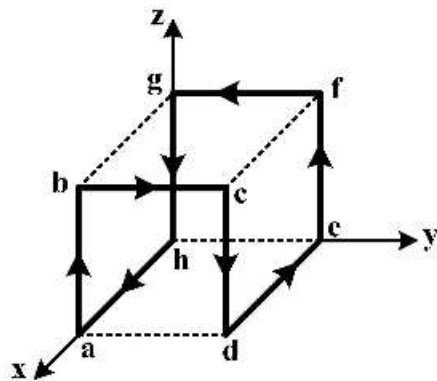
$$\omega_0 \quad (1)$$

$$\frac{\omega_0}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

$$\frac{\omega_0}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

$$\sqrt{\frac{2}{3}} \omega_0 \quad (4)$$

۴۰- یک سیم رسانای حامل جریان  $10\text{ A}$  در طول مسیر بسته  $abcdefgha$  در شکل زیر است که از  $8$  ضلع از  $12$  ضلع مکعبی به ضلع  $20\text{ cm}$  می‌گذرد. بردار ممان دو قطبی مغناطیسی خالص این سیم برحسب  $A \cdot m^2$  کدام است؟



$$0.4 \hat{j} \quad (1)$$

$$0.8 \hat{j} \quad (2)$$

$$0.4(-\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}) \quad (3)$$

$$0.8(-\hat{i} + \hat{j}) \quad (4)$$

۴۱- برای یک مدار  $RL$  متوالی، بیشینه نیروی محرکه  $120\text{ V}$  و بیشینه جریان  $4\text{ A}$  است. جریان و نیروی محرکه الکتریکی با هم اختلاف فاز دارند به طوری که جریان به اندازه  $60^\circ$  درجه از نیروی محرکه الکتریکی جلوتر است. مقاومت ظاهری مدار و مقدار مقاومت  $R$  به ترتیب از راست به چپ چند اهم می‌باشند؟

$$15, 30 \quad (1)$$

$$60, 30 \quad (2)$$

$$30, 15 \quad (3)$$

$$7.5, 15 \quad (4)$$

۴۲- یک حلقه سیم دایره‌ای شکل به شعاع  $a$  حامل جریان  $I_1$  در صفحه  $x-y$  قرار دارد. سیم مستقیم و طولی که حامل جریان  $I_2$  است از مرکز حلقه می‌گذرد و بر صفحه حلقه عمود است. اندازه نیرویی که حلقه و سیم مستقیم به هم وارد می‌کنند، چقدر است؟

$$\text{صفر} \quad (1)$$

$$\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2} \quad (2)$$

$$\mu_0 I_1 I_2 \quad (3)$$

$$2\mu_0 I_1 I_2 \quad (4)$$

۴۳- دو سیم مستقیم موازی و بلند استوانه‌ای هر یک به شعاع  $R$  حامل جریان‌های مساوی و در جهت‌های مخالف هم هستند، اگر فاصله محور دو استوانه از هم  $d$  ( $d > 2R$ ) باشد. چه کسری از شار مغناطیسی کل که از ناحیه میان این دو محور می‌گذرد، از داخل سیم‌ها عبور می‌کند؟

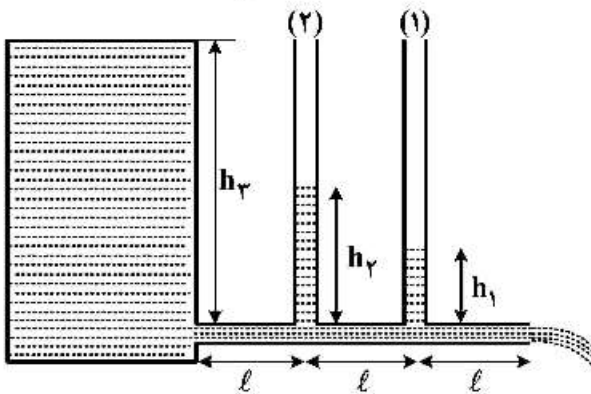
$$(1) \frac{1}{1 + \ln\left(1 - \frac{R}{d}\right)}$$

$$(2) \frac{1}{1 + 2 \ln\left(\frac{d}{R} - 1\right)}$$

$$(3) \frac{1 - \ln\left(1 - \frac{R}{d}\right)}{1 + \ln \frac{d}{R}}$$

$$(4) \frac{1 - 2 \ln\left(1 - \frac{R}{d}\right)}{1 + 2 \ln\left(\frac{d}{R}\right)}$$

۴۴- شکل زیر یک تانکر پر از یک مایع گران رو (ویسکوز) را نشان می‌دهد که این مایع توسط یک لوله افقی در حال تخلیه است. فاصله لوله قائم شماره (۲) از لوله قائم شماره (۱) و تانکر برابر  $l$  است. اگر ارتفاع مایع در تانکر  $h_1 = 15m$  و  $h_2 = 20m$  و  $h_3 = 25m$  باشد؛ سرعت مایع در دهانه خروجی لوله چند  $\frac{m}{s}$  است؟



$$(1) 14/0$$

$$(2) 17/8$$

$$(3) 19/8$$

$$(4) 22/0$$

۴۵- سرعت امواج طولی با دامنه کم در یک گاز ایدئال با رابطه  $c = \sqrt{\frac{dP}{d\rho}}$  داده می‌شود که در آن  $\rho$  چگالی گاز و  $P$  فشار آن است. سرعت صوت در یک گاز ایدئال تک اتمی با جرم مولی  $41/5 \frac{g}{mol}$  که انبساط و انقباض‌های مربوط به

امواج طولی در آن به صورت بی‌دررو است، در دمای  $27^\circ C$  تقریباً چند متر بر ثانیه است؟ ( $R = 8/3 \frac{J}{mol.K}$ )

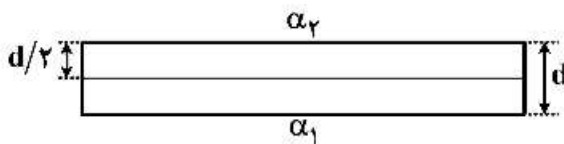
$$(1) 84/9$$

$$(2) 94/9$$

$$(3) 282/8$$

$$(4) 316/2$$

۴۶- یک تیغه فلزی با ضخامت  $d$ ، متشکل از دو فلز با ضریب‌های انبساط خطی  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  ( $\alpha_2 > \alpha_1$ ) است که به صورت زیر به هم جوش داده شده‌اند. این تیغه در دمای  $T$  صاف است. دمای تیغه را به  $T + \Delta T$  می‌رسانیم. فرض کنید در دمای  $T + \Delta T$  تیغه‌ها به صورت کمانی از یک دایره خم می‌شوند، شعاع این دایره چقدر است؟ (فرض کنید  $R \gg d$ )



$$(1) \frac{d[1 + \alpha_1 \Delta T]}{2\alpha_2 \Delta T}$$

$$(2) \frac{d[2 + (\alpha_1 + \alpha_2) \Delta T]}{4(\alpha_2 - \alpha_1) \Delta T}$$

$$(3) \frac{d[2 + (\alpha_2 - \alpha_1) \Delta T]}{(\alpha_2 + \alpha_1) \Delta T}$$

$$(4) \frac{d[1 + (\alpha_1 + \alpha_2) \Delta T]}{2(\alpha_2 - \alpha_1) \Delta T}$$

۴۷- ظرفی به حجم  $V = 7 \text{ lit}$  توسط دو صفحه نیمه تراوا و ثابت مطابق شکل زیر به سه بخش مساوی تقسیم شده است. فرض کنید در ابتدا در بخش سمت چپ، ۶ مول اکسیژن، در بخش وسط ۳ مول هلیوم و در بخش سمت راست ۲ مول آرگون وجود دارد. صفحه سمت چپ فقط اکسیژن و صفحه راست اکسیژن و آرگون را از خود عبور می‌دهد. بعد از برقراری تعادل، فشار در قسمت وسط تقریباً چند پاسکال است؟ (دما در طول فرایند، ثابت و برابر  $300 \text{ K}$  است و گازها را ایدئال در نظر بگیرید.)

$O_2$	$He$	$Ar$
-------	------	------

$$(1) 2,7 \times 10^5$$

$$(2) 3,2 \times 10^5$$

$$(3) 6,4 \times 10^5$$

$$(4) 10,7 \times 10^5$$

۴۸- یک ذره کروی شکل کوچک به شعاع  $4 \text{ mm}$  و جرم  $1$  میکروگرم جاذب کامل نور است. این ذره به فاصله  $40 \text{ cm}$  در بالای یک چشمه نقطه‌ای نورانی همسانگرد به حالت معلق در هوا قرار دارد. توان چشمه نورانی تقریباً چقدر

$$\text{است؟ } (g = 10 \frac{m}{s^2})$$

$$(1) 30 \text{ W}$$

$$(2) 30 \text{ kW}$$

$$(3) 120 \text{ kW}$$

$$(4) 120 \text{ W}$$

۴۹- با یک توری پراش به پهنای  $2$  سانتی‌متر و تعداد  $30$  خط بر میلی‌متر، کدام خط بینایی با کمترین اختلاف طول موج برحسب آنگستروم در مرتبه اول پراش از خط بینایی  $5100$  آنگستروم قابل تفکیک است؟

$$(1) 5095$$

$$(2) 5110$$

$$(3) 5097$$

$$(4) 5106$$

۵۰- شئی روی محور یک عدسی نازک متقارن به فاصله  $20 \text{ cm}$  از آن قرار دارد. بزرگنمایی خطی عدسی  $-\frac{1}{4}$  و

ضریب شکست عدسی  $\frac{4}{5}$  است. کدام عبارت درست است؟

(۱) عدسی همگرا، تصویر حقیقی، وارونه و شعاع انحنای هر طرف عدسی  $\frac{24}{5} \text{ cm}$  است.

(۲) عدسی واگرا، تصویر حقیقی، مستقیم و شعاع انحنای هر طرف عدسی  $\frac{24}{5} \text{ cm}$  است.

(۳) عدسی همگرا، تصویر حقیقی، وارونه و شعاع انحنای هر طرف عدسی  $\frac{12}{5} \text{ cm}$  است.

(۴) عدسی واگرا، تصویر حقیقی، مستقیم و شعاع انحنای هر طرف عدسی  $\frac{12}{5} \text{ cm}$  است.

۵۱- ذره‌ای با سرعت  $\frac{2}{3}c$  در راستای مثبت امتداد خط  $y = \sqrt{3}x$  حرکت می‌کند. از دید ناظری که با سرعت  $V = \frac{5}{6}c$  در

راستای مثبت محور  $x$  حرکت می‌کند، سرعت این ذره در امتداد  $y$  کدام است؟ ( $c$  سرعت نور در خلأ است).

$$(1) \frac{\sqrt{13}}{18}c$$

$$(2) \frac{9}{13}c$$

$$(3) \frac{5}{9}c$$

$$(4) \frac{\sqrt{23}}{13}c$$

۵۲- مجموعه‌ای از ذرات نسبیتی به ترتیب با انرژی‌های  $E_1$  و  $E_2$  و  $E_3$  و ... و تکانه‌های  $\vec{P}_1$  و  $\vec{P}_2$  و  $\vec{P}_3$  و ... داریم که

همگی در راستای  $x$  حرکت می‌کنند. مجموع انرژی ذرات را با  $E_T$  و مجموع تکانه ذرات را با  $\vec{P}_T$  نشان می‌دهیم.

تندی دستگاه لختی که در آن مجموع تکانه ذرات صفر باشد نسبت به دستگاه مختصات اولیه، کدام است؟

$$(1) \frac{c^2 P_T}{E_T}$$

$$(2) \frac{c^2 P_T}{2E_T}$$

$$(3) \frac{E_T}{P_T}$$

$$(4) 2 \frac{E_T}{P_T}$$

۵۳- رویداد A در مختصات  $\begin{pmatrix} ct_A \\ x_A \\ y_A \\ z_A \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 \\ 6 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}$  و رویداد B در مختصات  $\begin{pmatrix} ct_B \\ x_B \\ y_B \\ z_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8 \\ 5 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$  در دستگاه ناظر S اتفاق می افتد. کدام عبارت در مورد این دو رویداد صحیح است؟

(۱) نسبت به هم، زمان گونه‌اند و در دستگاه مختصات  $S'$  که با سرعت  $V = \frac{3}{4}c$  نسبت به S حرکت می کند، هم مکان‌اند.

(۲) نسبت به هم، مکان گونه‌اند و در دستگاه مختصات  $S'$  که با سرعت  $V = \frac{\sqrt{5}}{4}c$  نسبت به S حرکت می کند، هم زمان‌اند.

(۳) نسبت به هم، زمان گونه‌اند و در دستگاه مختصات  $S'$  که با سرعت  $V = \frac{\sqrt{5}}{4}c$  نسبت به S حرکت می کند، هم مکان‌اند.

(۴) نسبت به هم، مکان گونه‌اند و در دستگاه مختصات  $S'$  که با سرعت  $V = \frac{3}{4}c$  نسبت به S حرکت می کند، هم زمان‌اند.

۵۴- بیشترین طول موج یک موج الکترومغناطیسی برای این که یک الکترون از سطح کاتدی از جنس کلسیم آزاد شود،  $\lambda_0 = 3840 \text{ \AA}$  است. اگر طول موج فوتون فرودی بر روی کلسیم،  $\lambda = 2000 \text{ \AA}$  باشد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها چند الکترون ولت است؟

(۱) ۶٫۷۴

(۲) ۲٫۹۷

(۳) ۶٫۲

(۴) ۳٫۲۳

۵۵- در زمین تعداد اتم‌های  $^{238}\text{U}$  در حال حاضر k برابر تعداد اتم‌های  $^{235}\text{U}$  است. اگر طول عمر  $^{238}\text{U}$  برابر  $6 \times 10^9$  سال و طول عمر  $^{235}\text{U}$  برابر  $10^9$  سال باشد و فرض کنیم که تعداد این عناصر در ابتدای پیدایش زمین با هم برابر بوده است. سن زمین برحسب سال چند برابر  $10^9$  است؟

(۱)  $\frac{5}{6} \ln k$

(۲)  $\frac{6}{5} \ln k$

(۳)  $6 \ln(2k)$

(۴)  $5 \ln\left(\frac{k}{2}\right)$

۵۶- پنگوئن‌ها برای تحمل سرمای قطب به‌طور گروهی و فشرده در کنار هم می‌ایستند. هر پنگوئن را به صورت استوانه‌ای به شعاع  $r$  و ارتفاع  $5r$  در نظر بگیرید که  $P_r$  توان تابشی از بدن هر پنگوئن به محیط (از طریق سر و اطراف بدن) است. اگر هنگام جمع شدن فشرده  $N$  پنگوئن تشکیل یک استوانه به سطح مقطع  $N\pi r^2$  و ارتفاع  $5r$  ایجاد شود، نسبت توان تابشی از این مجموعه به توان تابشی از  $N$  پنگوئن جدا از هم برای  $N = 16$  کدام است؟

$$\frac{5}{24} \quad (1)$$

$$\frac{9}{88} \quad (2)$$

$$\frac{3}{16} \quad (3)$$

$$\frac{5}{44} \quad (4)$$

۵۷- اگر تابع توزیع سرعت ذرات یک گاز خاص در یک بعد به صورت

$$P(v) = \begin{cases} k \sin\left(\frac{v}{v_0}\right) & 0 \leq v \leq \pi v_0 \\ 0 & v < 0 \text{ یا } v > \pi v_0 \end{cases}$$

باشد، که  $k$  و  $v_0$  مقادیر ثابتی هستند، میانگین سرعت ذرات این گاز کدام است؟

$$\frac{v_0}{\pi} \quad (1)$$

$$\frac{2v_0}{\pi} \quad (2)$$

$$\pi v_0 \quad (3)$$

$$\frac{\pi v_0}{2} \quad (4)$$

۵۸- ۲۵ مول از یک گاز تک اتمی ایدئال، در مدت یک ساعت، در یک فرایند ترمودینامیکی، به صورت یکنواخت و با آهنگ ثابت از حجم  $V_0 = 1 \text{ m}^3$  و دمای  $T_0 = 27^\circ\text{C}$  به حجم  $V_1 = 0.5 \text{ m}^3$  و دمای  $T_1 = 227^\circ\text{C}$  می‌رسد. در طول این فرایند سیستم همواره در حال تعادل است. کار انجام شده روی این گاز تقریباً چند کیلوژول است؟

$$\left( \ln 2 = 0.7, R = 8.3 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}, \int \frac{A+Bx}{C+Dx} dx = \frac{Bx}{D} + \frac{AD-BC}{D^2} \ln(C+Dx) \right)$$

$$40 \quad (1)$$

$$50 \quad (2)$$

$$60 \quad (3)$$

$$70 \quad (4)$$



۵۹- ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت برای یک گاز ایدئال برابر  $C_V$  است. اگر در طی یک فرایند خاص رابطه  $T = T_0 \tanh(\alpha V)$  بین دما و حجم در این گاز برقرار باشد، ظرفیت گرمایی مولی این گاز در این فرایند کدام است؟ (R ثابت گازها و  $\alpha$  ضریبی ثابت است)

$$(1) \frac{R}{\alpha V} \cosh(\gamma \alpha V)$$

$$(2) C_V + \frac{R}{\gamma \alpha V} \sinh(\gamma \alpha V)$$

$$(3) \frac{R}{\alpha V} \sinh^2(\alpha V)$$

$$(4) C_V - \frac{R}{\alpha V} \tanh(\alpha V)$$

۶۰- آنتروپی و آنتالپی یک گاز ایدئال متشکل از N ذره هر یک به جرم m محصور در یک ناحیه دو بعدی به مساحت A در دمای T کدام است؟ ( $\ln N! \cong N \ln N$ )

$$(1) H = \gamma NkT, S = Nk \left( \ln \left( \frac{mkTA}{\gamma \pi \hbar^2 N} \right) + \gamma \right)$$

$$(2) H = \frac{5}{\gamma} NkT, S = Nk \left( \ln \left( \frac{mkTA}{\gamma \pi \hbar^2 N} \right)^{\frac{\gamma}{2}} + \gamma \right)$$

$$(3) H = \gamma NkT, S = Nk \left( \ln \left( \frac{mkTA}{\gamma \pi \hbar^2 N} \right) + \frac{5}{\gamma} \right)$$

$$(4) H = \frac{5}{\gamma} NkT, S = Nk \left( \ln \left( \frac{mkTA}{\gamma \pi \hbar^2 N} \right)^{\frac{\gamma}{2}} + \frac{5}{\gamma} \right)$$

۶۱- ظرفی به وسیله دیواره‌ای به دو قسمت با حجم‌های  $V_1$  و  $V_2$  تقسیم شده است. در ابتدا حجم  $V_1$  شامل N ذره گاز ایدئال تک اتمی در دمای  $T_1$  و حجم  $V_2$  شامل N ذره گاز ایدئال تک اتمی در دمای  $T_2$  است. جنس گازهای دو طرف یکسان است. در یک لحظه دیواره را برمی‌داریم و صبر می‌کنیم تا تعادل برقرار شود. تغییر آنتروپی گاز در این فرایند چقدر است؟

$$(1) \gamma Nk \ln \frac{(T_1 + T_2)^\gamma}{4 T_1 T_2} + \gamma Nk \ln \frac{(V_1 + V_2)^\gamma}{4 V_1 V_2}$$

$$(2) \gamma Nk \ln \frac{(T_1 + T_2)^\gamma}{4 T_1 T_2} + Nk \ln \frac{(V_1 + V_2)^\gamma}{4 V_1 V_2}$$

$$(3) \frac{\gamma}{2} Nk \ln \frac{(T_1 + T_2)^\gamma}{4 T_1 T_2} + \gamma Nk \ln \frac{(V_1 + V_2)^\gamma}{4 V_1 V_2}$$

$$(4) \frac{\gamma}{2} Nk \ln \frac{(T_1 + T_2)^\gamma}{4 T_1 T_2} + Nk \ln \frac{(V_1 + V_2)^\gamma}{4 V_1 V_2}$$

۶۲- تابع برداری  $\vec{V}(x, y, z)$  چرخشی است  $(\vec{\nabla} \times \vec{V}) \neq 0$  ولی حاصل ضرب بردار  $\vec{V}$  در تابع اسکالر غیرصفر  $g(x, y, z)$  غیر چرخشی است. کدام رابطه همواره درست است؟

$$\begin{aligned} \dot{V} \cdot (\vec{\nabla} \times \dot{V}) &= 0 \quad (۲) & V^r \dot{V} &= 0 \quad (۱) \\ \vec{\nabla} g \cdot (\vec{\nabla} \times \dot{V}) &= 0 \quad (۴) & \vec{\nabla} \cdot \dot{V} &= g \quad (۳) \end{aligned}$$

۶۳- کدام دنباله همگرا است؟

$$\sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{m}} \quad (۱)$$

$$\sum_{m=2}^{\infty} \frac{1}{m \ln m} \quad (۲)$$

$$\sum_{m=2}^{\infty} \frac{1}{m (\ln m)^2} \quad (۳)$$

$$\sum_{m=2}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{m} (\ln m)^2} \quad (۴)$$

۶۴- اگر ماتریس  $A$  به شکل  $A = \begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & b \end{pmatrix}$  باشد، رد (تریس) ماتریس  $e^A$  کدام است؟

$$e^a + e^b \quad (۱)$$

$$e^{a+b} \quad (۲)$$

$$e^{a-b} \quad (۳)$$

$$e^a - e^b \quad (۴)$$

۶۵- مرتبه گروهی که با عناصر  $A$  و  $B$  و با روابط  $A^r = B^r = (AB)^r = I$  تولید می‌شود، کدام است؟ ( $I$  عنصر همانی گروه است)

$$۶ \quad (۱)$$

$$۷ \quad (۲)$$

$$۱۲ \quad (۳)$$

$$۱۴ \quad (۴)$$

۶۶- بخش موهومی تابع تحلیلی  $f(z) = u + iv$  به شکل  $v(x, y) = e^{y^2 - x^2} \cos(2xy)$  است. تابع  $f(z)$  به چه شکلی است؟ ( $x$  و  $y$  اعداد حقیقی هستند.)

$$ie^{y^2 - x^2 + 2ixy} \quad (۱)$$

$$e^{y^2 - x^2 - 2ixy} \quad (۲)$$

$$ie^{y^2 - x^2 - 2ixy} \quad (۳)$$

$$e^{y^2 - x^2 + 2ixy} \quad (۴)$$

۶۷- حاصل انتگرال  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x \cos x}{x^2 - 2x + 10} dx$  کدام است؟

$$\frac{\pi}{\sqrt{9}} (\cos 2 - \cos 5) \quad (۱)$$

$$\frac{\pi}{\sqrt{9}} (\sin 2 - \sin 5) \quad (۲)$$

$$\frac{\pi}{\sqrt{9}} (\cos 2 + \cos 5) \quad (۳)$$

$$\frac{\pi}{\sqrt{9}} (\sin 2 + \sin 5) \quad (۴)$$

۶۸- تبدیل فوریه تابع  $f(t) = \begin{cases} \sin(\omega_0 t) & |t| < T \\ 0 & |t| > T \end{cases}$  کدام است؟

$$\tilde{f}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\sin[(\omega + \omega_0)T]}{\omega + \omega_0} \quad (۱)$$

$$\tilde{f}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\sin|(\omega - \omega_0)T|}{\omega - \omega_0} \quad (۲)$$

$$\tilde{f}(\omega) = \frac{i}{\sqrt{2\pi}} \left\{ \frac{\sin[(\omega - \omega_0)T]}{\omega - \omega_0} + \frac{\sin[(\omega + \omega_0)T]}{\omega + \omega_0} \right\} \quad (۳)$$

$$\tilde{f}(\omega) = \frac{i}{\sqrt{2\pi}} \left\{ \frac{\sin[(\omega - \omega_0)T]}{\omega - \omega_0} - \frac{\sin[(\omega + \omega_0)T]}{\omega + \omega_0} \right\} \quad (۴)$$

۶۹- کدام تابع در معادله دیفرانسیل مرتبه دوم  $x^2 y''(x) - 4xy'(x) + 6y(x) = x \ln x$  صدق می‌کند؟

$$y = c_1 x^2 + c_2 x^4 + \frac{3}{4} x + \frac{1}{2} x \ln x \quad (۱)$$

$$y = c_1 x^2 + c_2 x^4 + \frac{1}{4} x \ln x + \frac{1}{4} x^2 \ln x \quad (۲)$$

$$y = c_1 x^2 + c_2 x^4 + \frac{3}{4} x + \frac{1}{2} x \ln x \quad (۳)$$

$$y = c_1 x^2 + c_2 x^4 + \frac{1}{4} x \ln x + \frac{1}{4} x^2 \ln x \quad (۴)$$

۷۰- جواب معادله دیفرانسیل  $(2x - 5y + 3)dx - (2x + 4y - 6)dy = 0$  کدام تابع است؟ (c مقداری ثابت است)

$$(y - 2x + 2)(2y - x + 3) = c \quad (۱)$$

$$(y - 2x + 2)(2y - x + 3)^2 = c \quad (۲)$$

$$(4y - x - 3)(y + 2x - 3) = c \quad (۳)$$

$$(4y - x - 3)(y + 2x - 3)^2 = c \quad (۴)$$

دروس تخصصی ۲ (مکانیک کلاسیک (۱ و ۲)، الکترومغناطیس (۱ و ۲)، مکانیک کوانتومی (۱ و ۲)):

۷۱- جسمی به جرم  $2\text{kg}$  روی سطح افقی بدون اصطکاکی حرکت می‌کند. نیروی مقاومت هوا به صورت

$$F(v) = -\frac{\sqrt{v}}{3}$$

به جسم وارد می‌شود که  $v$  سرعت لحظه‌ای جسم است.  $v$  بر حسب متر بر ثانیه و  $F(v)$  بر حسب

نیوتن است. پس از طی چه فاصله‌ای بر حسب متر سرعت جسم از  $\frac{4}{3}\frac{\text{m}}{\text{s}}$  به صفر می‌رسد؟

(۱) ۴

(۲) ۸

(۳) ۱۶

(۴) ۳۲

۷۲- سرعت جریان آب در رودخانه‌ای متناسب با فاصله از ساحل به طور خطی افزایش می‌یابد و در وسط عرض رودخانه

به مقدار بیشینه  $V_0$  می‌رسد. نزدیک ساحل سرعت آب صفر است. قایقی با سرعت ثابت  $u$  عمود بر امتداد جریان

آب از نقطه‌ای در کنار ساحل شروع به حرکت می‌کند. پس از آن که قایق به ساحل مقابل برسد چه مقدار توسط

جریان آب در امتداد رودخانه جابه‌جا شده است؟ (عرض رودخانه  $L$  است).

(۱)  $\frac{V_0 L}{2u}$

(۲)  $\frac{uL}{2V_0}$

(۳)  $\frac{V_0 L}{u}$

(۴)  $\frac{uL}{V_0}$

۷۳- در یک مانور هوایی، هواپیمایی که در راستای افقی با سرعت  $V_0$  در حال پرواز است ناگهان شروع به حرکت روی

یک مسیر دایره‌ای در صفحه قائم می‌کند به طوری که تندی لحظه‌ای هواپیما با رابطه  $V^2 = -2Ah + V_0^2$  داده

می‌شود. اگر تندی هواپیما در بالاترین نقطه مسیر  $\frac{V_0}{3}$  باشد، شتاب هواپیما در لحظه‌ای که جهت سرعت آن کاملاً

قائم است، کدام است؟ ( $h$  ارتفاع هواپیما نسبت به تراز سطحی است که از آن حرکت دایره‌ای را به سمت بالا

شروع کرده است).

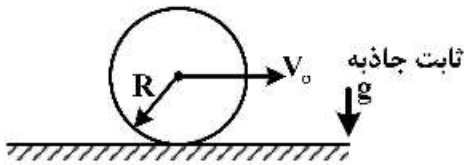
(۱)  $A$

(۲)  $\frac{10A}{3}$

(۳)  $\frac{\sqrt{118}A}{3}$

(۴)  $\frac{\sqrt{109}A}{3}$

۷۴- چرخي به شعاع  $R$  بر روی یک مسیر مستقیم پر از گل در یک صفحه قائم حرکت غلتشی کامل دارد. به طوری که سرعت مرکز جرم چرخ  $V_0$  است. ذرات گل از همه نقاط چرخ (شامل لبه‌های جانبی) پرتاب می‌شوند. بیشینه ارتفاعی که ذرات گل نسبت به کف جاده به آن می‌رسند، چقدر است؟



$$R + \frac{V_0^2}{2g} + \frac{R^2 g}{V_0^2} \quad (1)$$

$$R + \frac{V_0^2}{2g} + \frac{R^2 g}{2V_0^2} \quad (2)$$

$$R + \frac{V_0^2}{2g} + \frac{R^2 g}{8V_0^2} \quad (3)$$

$$R + \frac{V_0^2}{2g} + \frac{R^2 g}{4V_0^2} \quad (4)$$

۷۵- ذره‌ای در یک بُعد در (انرژی) پتانسیل  $U(x) = -ax^2 e^{-bx}$  که  $a$  و  $b$  ضرایب ثابت مثبتی هستند، قرار دارد. این ذره در چند نقطه در حال تعادل پایدار است؟

۰ (۱)

۱ (۲)

۲ (۳)

۳ (۴)

۷۶- ذره‌ای به جرم  $m$  تحت تأثیر (انرژی) پتانسیل  $V(x, y) = \frac{1}{2}k(x^2 + 2y^2)$  حرکت می‌کند. در لحظه  $t = 0$ ، مکان و سرعت اولیه ذره  $(x = a, y = 0)$  و  $(\dot{x} = 0, \dot{y} = v_0)$  است.  $y(t)$  کدام است؟ ( $k$  ضریب ثابت مثبتی است).

$$y = v_0 \sqrt{\frac{m}{4k}} \sin\left(\sqrt{\frac{4k}{m}} t\right) \quad (1)$$

$$y = v_0 \sqrt{\frac{m}{2k}} \sin\left(\sqrt{\frac{4k}{m}} t\right) \quad (2)$$

$$y = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{2k}{m}} t\right) \quad (3)$$

$$y = v_0 \sqrt{\frac{m}{2k}} \sin\left(\sqrt{\frac{2k}{m}} t\right) \quad (4)$$

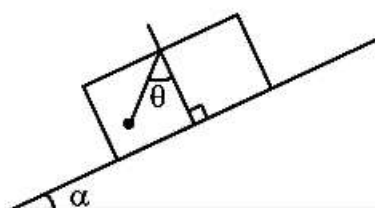
۷۷- جعبه‌ای به جرم  $M$  مطابق شکل بر روی سطح شیب‌دار ساکنی با زاویه شیب  $\alpha$  سر می‌خورد. ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح شیب‌دار و جعبه  $\mu = \tan \beta$  است به طوری که  $\beta < \alpha$ . آونگی متشکل از گلوله‌ای به جرم  $M$  متصل به نخ سبکی از سقف جعبه آویزان شده است. در وضعیتی که آونگ در حال تعادل است (نوسان نمی‌کند)، زاویه  $\theta$  چقدر است؟

$\alpha$  (۱)

$\alpha - \beta$  (۲)

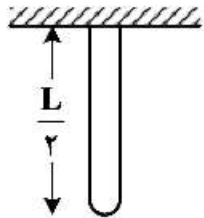
$\beta$  (۳)

$\alpha + \beta$  (۴)



۷۸- زنجیر یکنواختی به جرم  $m$  و طول  $L$  مطابق شکل از سقف آویزان است. در یک لحظه یکی از نقاط اتصال زنجیر به سقف جدا می‌شود. هنگامی که سر رها شده در امتداد قائم به اندازه  $\frac{L}{4}$  سقوط کند، کشش در سر دیگر زنجیر

چقدر خواهد بود؟



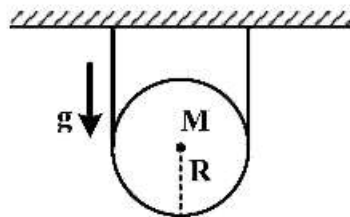
(۱)  $mg$

(۲)  $\frac{7}{8}mg$

(۳)  $\frac{3}{4}mg$

(۴)  $\frac{5}{8}mg$

۷۹- مطابق شکل قرقره‌ای به جرم  $M$  و شعاع  $R$  بر روی طناب سبکی در یک صفحه قائم قرار دارد به طوری که نصف محیط قرقره با طناب در تماس است. ضریب اصطکاک ایستایی بین طناب و قرقره  $\mu$  است. در وضعیتی که قرقره روی طناب ساکن است، حداقل کششی که طناب باید بتواند تحمل کند، چقدر است؟



(۱)  $Mg e^{\mu\pi}$

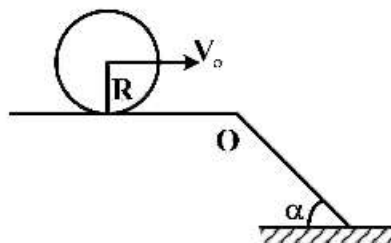
(۲)  $\frac{Mg}{2} e^{\mu\frac{\pi}{2}}$

(۳)  $Mg e^{\mu\frac{\pi}{2}}$

(۴)  $\frac{Mg}{2} e^{-\mu\frac{\pi}{2}}$

۸۰- مطابق شکل یک استوانه توپر با توزیع جرم یکنواخت و شعاع  $R = 30 \text{ cm}$  روی یک سطح افقی بدون لغزش می‌غلتد. استوانه ناگهان به یک سطح شیبدار با شیب  $\alpha = 30^\circ$  نسبت به سطح افقی می‌رسد. بیشترین مقدار سرعت مرکز جرم استوانه در لحظه رسیدن به سطح شیبدار،  $V_0$ ، تقریباً چند  $\frac{m}{s}$  باشد تا استوانه بدون پرش در نقطه  $O$  به غلتش کامل بر روی سطح شیبدار ادامه دهد؟ (لختی دورانی یک استوانه توپر به جرم  $M$  و شعاع  $R$

حول محورش  $\frac{1}{2}MR^2$  است.)



(۱)  $0.7$

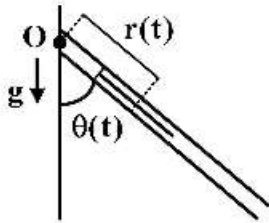
(۲)  $1/4$

(۳)  $2/1$

(۴)  $2/8$



۸۱- میله یکنواختی به جرم  $M$  و طول  $L$  می‌تواند بدون اصطکاک داخل لوله‌ی طویل و بسیار سبکی بلغزد. مجموعه مطابق شکل حول یک انتهای لوله می‌تواند آزادانه در یک صفحه قائم دوران کند. در لحظه  $t$  فاصله مرکز جرم میله از محور دوران  $r(t)$  و زاویه آن با امتداد قائم برابر  $\theta(t)$  است. لختی دورانی میله حول مرکز جرمش  $I$  است. معادلات حاکم بر حرکت میله کدام است؟



$$m(\ddot{r}r\dot{\theta} + r\ddot{\theta}) + I\ddot{\theta} - mgr \sin \theta = 0, \quad \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 + g \cos \theta = 0 \quad (۱)$$

$$m(\ddot{r}r\dot{\theta} + r\ddot{\theta}) + I\ddot{\theta} + mgr \sin \theta = 0, \quad \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 - g \cos \theta = 0 \quad (۲)$$

$$m(\ddot{r}r\dot{\theta} + r\ddot{\theta}) + I\ddot{\theta} + \frac{1}{2} mgr \sin \theta = 0, \quad \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 - \frac{1}{2} g \cos \theta = 0 \quad (۳)$$

$$m(\ddot{r}r\dot{\theta} + r\ddot{\theta}) + I\ddot{\theta} - \frac{1}{2} mgr \sin \theta = 0, \quad \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} g \cos \theta = 0 \quad (۴)$$

۸۲- ذره‌ای به جرم  $m$  در میدان نیروی جاذبه مرکزی  $F(\mathbf{r}) = \frac{-k}{r^3}$  با مقادیر مختلفی از انرژی مکانیکی  $E$  و تکانه زاویه‌ای  $L$  قادر به حرکت است. اگر  $r$  فاصله لحظه‌ای ذره از مرکز نیرو و  $\theta$  زاویه با محور  $x$  (که از مرکز نیرو می‌گذرد) باشد، کدام گزینه نمی‌تواند مسیر حرکت ذره در مختصات قطبی باشد؟ ( $A, B, C, D, \theta_0$  و  $\beta$  ثابت‌اند و  $k > 0$  است.)

$$\frac{1}{r} = A(\theta - \theta_0)^2 \quad (۱)$$

$$\frac{1}{r} = C \cosh(\beta(\theta - \theta_0)) \quad (۲)$$

$$\frac{1}{r} = B(\theta - \theta_0) \quad (۳)$$

$$\frac{1}{r} = D \cos(\beta(\theta - \theta_0)) \quad (۴)$$

۸۳- جسم صلب متقارنی که لختی دورانی آن حول محورهای اصلی  $I_1, I_2$  و  $I_3$  ( $I_1 = I_2 = I$ ) است، می‌تواند آزادانه در فضا دوران کند. سرعت زاویه‌ای حرکت تقدیمی محور دوران جسم صلب در فضا بر حسب  $\beta = \frac{I_3}{I} - 1$  و نیم‌زاویه رأس مخروط جسم کدام است؟ ( $\omega_3$  مؤلفه بردار سرعت زاویه‌ای در امتداد محور اصلی  $I_3$  است.)

$$\sqrt{\beta + 2\beta^2(1 + \sec^2 \alpha_b)} \omega_3 \quad (۱)$$

$$\sqrt{\beta + 2\beta^2 + \sec^2 \alpha_b} \omega_3 \quad (۲)$$

$$\sqrt{2\beta + \beta^2(1 + \sec^2 \alpha_b)} \omega_3 \quad (۳)$$

$$\sqrt{2\beta + \beta^2 + \sec^2 \alpha_b} \omega_3 \quad (۴)$$

۸۴- ذره‌ای به جرم  $m$  در میدان نیروی مرکزی  $\mathbf{F}(\mathbf{r}) = \frac{-k}{r^2}$ ،  $(k > 0)$  حرکت می‌کند. اگر  $(r, \theta, \varphi)$  و

$(P_r, P_\theta, P_\varphi)$  به ترتیب مختصات و تکانه‌های تعمیم‌یافته متناظر در دستگاه مختصات کروی باشند، کدام رابطه

درست است؟  $\left( \dot{\Lambda} \equiv \frac{d\Lambda}{dt} \right)$

$$\dot{P}_\theta = \frac{P_\varphi^2 \cot \theta}{2mr^2 \sin^3 \theta} \quad (1)$$

$$\dot{P}_r = \frac{-k}{r^2} + \frac{P_\theta^2}{2mr^2} + \frac{P_\varphi^2}{2mr^2 \sin^2 \theta} \quad (2)$$

$$\dot{P}_\theta = \frac{P_\varphi^2 \cot \theta}{mr^2 \sin^3 \theta} \quad (3)$$

$$\dot{P}_r = \frac{-k}{r^2} + \frac{P_\theta^2}{mr^2} + \frac{P_\varphi^2}{mr^2 \sin^2 \theta} \quad (4)$$

۸۵- میدان الکتریکی  $\vec{E} = \frac{E_0}{R_0} (x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k})$  در فضا وجود دارد که  $R_0$  و  $E_0$  مقادیر ثابتی هستند. شار الکتریکی

گذرنده از سطح جانبی استوانه‌ای به طول  $L$  و شعاع  $R$  چقدر است؟ (محور استوانه منطبق بر محور  $z$  و مرکز استوانه منطبق بر مبدأ مختصات است.)

$$\frac{2\pi E_0 L R^2}{R_0} \quad (1)$$

$$\frac{4\pi E_0 L R^2}{R_0} \quad (2)$$

$$\frac{2\pi E_0 L R^2}{R_0} \quad (3)$$

$$\frac{4\pi E_0 L R^2}{R_0} \quad (4)$$

۸۶- در ناحیه‌ای خالی از ماده پتانسیل الکتریکی در مختصات دکارتی به شکل  $V(x, y) = V_0 e^{-y} \sin y \sinh x$  وجود دارد. چگالی توزیع باری که این پتانسیل را ایجاد کرده کدام است؟ ( $V_0$  مقدار ثابتی است.)

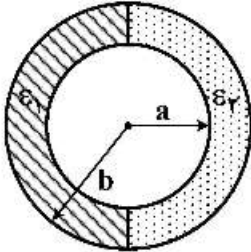
$$\epsilon_0 V_0 \sinh x e^{-y} \quad (1)$$

$$\epsilon_0 V_0 \cosh y e^{-y} \quad (2)$$

$$\epsilon_0 V_0 \cosh x e^{-y} (\sinh y - \cosh y) \quad (3)$$

$$\epsilon_0 V_0 \sinh x e^{-y} (\sinh y - \cosh y) \quad (4)$$

۸۷- مطابق شکل، نیمی از فضای داخل یک خازن استوانه‌ای که شعاع سطوح درونی و بیرونی آن به ترتیب  $a$  و  $b$  است، با ماده‌ای با ضریب گذردهی  $\epsilon_1$  و نیم دیگر آن با ماده‌ای با ضریب گذردهی  $\epsilon_2$  پر شده است و خازن به یک باتری وصل شده است. کدام کمیت (یا کمیت‌ها) در فاصله  $r$  ( $a < r < b$ ) از مرکز استوانه برای دو ناحیه  $\epsilon_1$  و  $\epsilon_2$  یکسان است؟ ( $V$  پتانسیل الکتریکی،  $E$  میدان الکتریکی و  $D$  بردار جابه‌جایی است.)



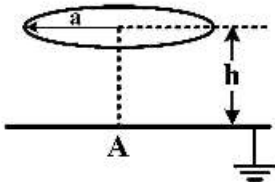
$$V(\vec{r}) \quad (1)$$

$$E(\vec{r}) \text{ و } V(\vec{r}) \quad (2)$$

$$E(\vec{r}) \quad (3)$$

$$V(\vec{r}) \text{ و } D(\vec{r}) \quad (4)$$

۸۸- حلقه‌ی عایقی به شعاع  $a$  و چگالی بار خطی یکنواخت  $\lambda$  مطابق شکل موازی یک صفحه‌ی تخت رسانای نامتناهی متصل به زمین قرار دارد. اگر فاصله مرکز حلقه با صفحه‌ی تخت رسانا  $h$  باشد، چگالی بار الکتریکی سطحی در نقطه  $A$  زیر مرکز حلقه روی صفحه‌ی تخت رسانا چقدر است؟



$$-\frac{\lambda ah}{\sqrt{(a^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}} \quad (1)$$

$$\frac{\lambda h}{(a^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (2)$$

$$-\frac{\lambda h}{(a^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (3)$$

$$\frac{\lambda ah}{(a^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (4)$$

$$-\frac{\lambda h}{\sqrt{(a^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}} \quad (5)$$

۸۹- دو کره‌ی الکتریکی به شعاع  $a$  در فاصله  $D$  از هم قرار دارند ( $D \gg a$ ). یکی از دو کره بار الکتریکی  $q$  دارد و دیگری خنثی است. اگر فاصله دو کره از هم دو برابر شود نیروی وارد بر کره‌ی خنثی چند برابر می‌شود؟

$$\frac{1}{4} \quad (1)$$

$$\frac{1}{8} \quad (2)$$

$$\frac{1}{16} \quad (3)$$

$$\frac{1}{32} \quad (4)$$

۹۰- یک پوسته رسانای کروی بدون بار الکتریکی خالص به شعاع  $R$  و ضخامت  $t$  در نظر بگیرید. بار نقطه‌ای  $q$  را از فاصله‌ای بسیار دور به این پوسته نزدیک می‌کنیم و از سوراخ بسیار ریزی روی این پوسته عبور می‌دهیم و در مرکز پوسته می‌نشانیم. کار نیروی الکتریکی در این جابه‌جایی چقدر است؟

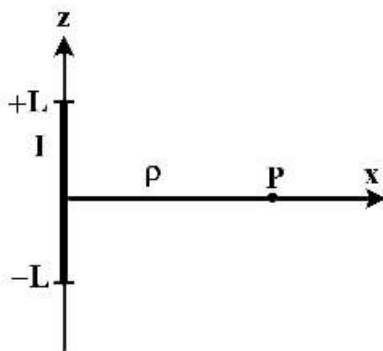
$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{t}{R(R+t)} \right) \quad (۱)$$

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R+t} \right) \quad (۲)$$

$$\frac{-q^2}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{t}{R(R+t)} \right) \quad (۳)$$

$$-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R+t} \right) \quad (۴)$$

۹۱- سیم مستقیمی به طول  $2L$  حامل جریان الکتریکی  $I$  در نظر بگیرید. پتانسیل برداری  $\vec{A}$  در نقطه  $P$  روی عمود منصف سیم و به فاصله  $\rho$  ( $\rho \ll L$ ) از سیم کدام است؟



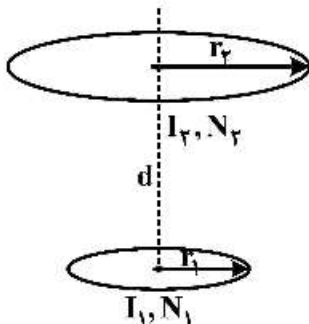
$$\frac{\mu_0 I}{4\pi} \ln \left( 1 + \frac{4L^2}{\rho^2} \right) \hat{k} \quad (۱)$$

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \left( 1 + \frac{\rho^2}{4L^2} \right) \hat{j} \quad (۲)$$

$$\frac{\mu_0 I}{4\pi} \ln \left( 1 + \frac{4L^2}{\rho^2} \right) \hat{j} \quad (۳)$$

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \left( 1 + \frac{\rho^2}{4L^2} \right) \hat{k} \quad (۴)$$

۹۲- مطابق شکل دو پیچه تخت دایره‌ای شکل به شعاع‌های  $r_1$  و  $r_2$  به صورت هم محور و به فاصله  $d$  موازی یکدیگر قرار دارند به طوری که  $d \gg r_1$  و  $d \gg r_2$ . پیچه ۱ دارای  $N_1$  حلقه حامل جریان  $I_1$  و پیچه ۲ دارای  $N_2$  حلقه حامل جریان  $I_2$  هستند. اندازه نیرویی که پیچه‌ها به یکدیگر وارد می‌کنند، کدام است؟



$$\frac{2\pi\mu_0 I_1 I_2 N_1 N_2 r_1^2 r_2^2}{2d^4} \quad (۱)$$

$$\frac{2\pi\mu_0 I_1 I_2 N_1 N_2 r_1^2 r_2^2}{4d^4} \quad (۲)$$

$$\frac{2\pi\mu_0 I_1 I_2 N_1 N_2 r_1 r_2}{2d^2} \quad (۳)$$

$$\frac{2\pi\mu_0 I_1 I_2 N_1 N_2 r_1 r_2}{4d^2} \quad (۴)$$

۹۳- رابطه بین  $\vec{B}$  و  $\vec{H}$  در یک ماده مغناطیسی غیر خطی به صورت  $\vec{B} = \mu_0 k H \vec{H}$  است که  $H$  اندازه بردار  $\vec{H}$  و  $k$  مقدار ثابتی است. هنگامی که مقدار  $B$  از صفر تا  $B_0$  تغییر کند کار مغناطیسی انجام شده روی واحد حجم ماده چقدر است؟

$$\frac{1}{2} \frac{B_0^2}{\sqrt{\mu_0 k}} \quad (۲) \qquad \frac{3}{2} \frac{B_0^2}{\sqrt{\mu_0 k}} \quad (۱)$$

$$\frac{2}{3} \frac{B_0^2}{\sqrt{\mu_0 k}} \quad (۳) \qquad \frac{2}{\sqrt{\mu_0 k}} \quad (۴)$$

۹۴- بردار میدان الکتریکی در محیطی با ضریب گذردهی  $\epsilon$  و تراوایی مغناطیسی  $\mu_0$  به صورت  $\vec{E} = E_0 \hat{i} \cos(10^6 t - 0.102 z)$  است که  $t$  بر حسب ثانیه و  $z$  بر حسب متر است.  $E_0$  ثابت و  $\hat{i}$  بردار یکه در جهت محور  $x$  است. مقدار  $\epsilon$  بر حسب  $\epsilon_0$  چقدر است؟

$$3/6 \epsilon_0 \quad (۱)$$

$$1/8 \epsilon_0 \quad (۲)$$

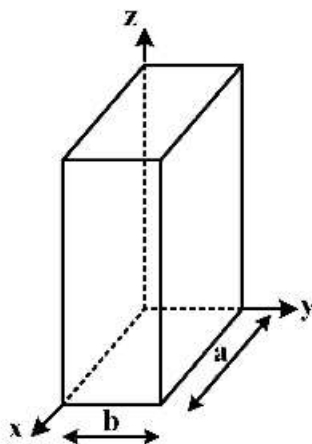
$$18 \epsilon_0 \quad (۳)$$

$$36 \epsilon_0 \quad (۴)$$

۹۵- در موجبر شکل زیر برای مد  $TM_{11}$  میدان مغناطیسی به شکل

$$\vec{H}_{mn}(x, y, z) = \frac{\frac{n\pi}{b} A \sin\left(\frac{m\pi}{a} x\right) \cos\left(\frac{n\pi}{b} y\right) e^{i\frac{y\pi}{\lambda_g} z}}{\frac{i}{\epsilon_0 \omega} \left[ \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2 \right]} \hat{c}_x + \frac{\frac{m\pi}{a} A \cos\left(\frac{m\pi}{a} x\right) \sin\left(\frac{n\pi}{b} y\right) e^{i\frac{y\pi}{\lambda_g} z}}{-\frac{i}{\epsilon_0 \omega} \left[ \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2 \right]} \hat{c}_y$$

است. چگالی جریان سطحی  $\vec{j}$  روی سطح  $x=0$  برای مد  $TM_{11}$  کدام است؟



$$\vec{j} = \frac{i\omega\epsilon_0}{\left(\frac{\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{b}\right)^2} \frac{\pi}{a} A \sin\left(\frac{\pi y}{b}\right) e^{i\frac{y\pi}{\lambda_g} z} \hat{c}_y \quad (۱)$$

$$\vec{j} = \frac{i\omega\epsilon_0}{\left(\frac{\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{b}\right)^2} \frac{\pi}{a} A \cos\left(\frac{\pi y}{b}\right) e^{i\frac{y\pi}{\lambda_g} z} \hat{c}_z \quad (۲)$$

$$\vec{j} = \frac{i\omega\epsilon_0}{\left(\frac{\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{b}\right)^2} \frac{\pi}{a} A \cos\left(\frac{\pi y}{b}\right) e^{i\frac{y\pi}{\lambda_g} z} \hat{c}_y \quad (۳)$$

$$\vec{j} = \frac{i\omega\epsilon_0}{\left(\frac{\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{b}\right)^2} \frac{\pi}{a} A \sin\left(\frac{\pi y}{b}\right) e^{i\frac{y\pi}{\lambda_g} z} \hat{c}_z \quad (۴)$$

۹۶- پرتویی یونی به شکل استوانه‌ای بسیار بلند به شعاع  $R$  در نظر بگیرید.  $Q$  بار الکتریکی هر یون،  $V$  تندی هر یون و  $I$  شدت جریان این پرتو است. مقدار نیروی وارد بر تک یون واقع بر سطح جانبی این استوانه کدام است؟

$$\frac{QI}{2\pi\epsilon_0 RV} \quad (۱)$$

$$\frac{QI}{2\pi\epsilon_0 RV} \left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right) \quad (۲)$$

$$\frac{QI}{2\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{V}{c^2}\right) \quad (۳)$$

$$\frac{QI}{2\pi\epsilon_0 RV} \left(1 + \frac{V^2}{c^2}\right) \quad (۴)$$

۹۷- دو قطبی نقطه‌ای الکتریکی  $\vec{P}(t) = P_0 \cos \omega t \hat{k}$  در مبدأ مختصات با زمان نوسان می‌کند.  $P_0$  ثابت و  $\hat{k}$  بردار یکه در جهت محور  $Z$  است. میدان الکتریکی دو قطبی در مکان  $\vec{r}$  از مبدأ مختصات در لحظه  $t$  به صورت

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{cr^2} \left( \frac{\vec{r}}{r} \times \left( \frac{\vec{r}}{r} \times \dot{\vec{p}} \right) + r \left( \frac{\vec{r}}{r} \cdot \dot{\vec{p}} \right) \frac{\vec{r}}{r} \right)$$

فاصله  $d$  از مبدأ مختصات کدام است؟

$$\frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\omega P_0 \sin\left(\omega\left(t - \frac{d}{c}\right)\right)}{cd^2} \hat{k} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\omega P_0 \sin(\omega t)}{cd^2} \hat{k} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\omega P_0 \sin\left(\omega\left(t - \frac{d}{c}\right)\right)}{cd^2} \hat{k} \quad (۳)$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\omega P_0 \sin(\omega t)}{cd^2} \hat{k} \quad (۴)$$

۹۸- ذره آزادی را در نظر بگیرید که در یک بُعد حرکت می‌کند و تابع موج آن در  $t = 0$  به صورت

$$\psi(x, 0) = \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} e^{ik_0 x - \alpha x^2}$$

حقیقی است.)

$$\hbar k_0 \quad (۱)$$

$$\frac{\hbar k_0}{\alpha} \quad (۲)$$

$$\frac{2\hbar k_0}{\alpha} \quad (۳)$$

$$\frac{\hbar k_0}{2} \quad (۴)$$



۹۹- برای یک ذره کوانتومی با تابع موج بهنجار  $\psi(\vec{x}, t)$  تابع ویگنر به شکل

$$W(\vec{x}, \vec{p}, t) = \frac{1}{h^3} \int d^3y \psi(\vec{x} + \frac{\vec{y}}{2}, t) \psi^*(\vec{x} - \frac{\vec{y}}{2}, t) e^{-i\vec{p} \cdot \vec{y}/\hbar}$$

$\tilde{\psi}(\vec{p}, t)$  تبدیل فوری به تابع  $\psi(\vec{x}, t)$  است. انتگرال‌های مکانی و تکانه خطی روی تمام فضای سه بعدی مکان و تکانه هستند.

$$\int d^3p W(\vec{x}, \vec{p}, t) = 1 \quad (۱)$$

$$\int d^3p W(\vec{x}, \vec{p}, t) = |\psi(\vec{x}, t)|^2 \quad (۲)$$

$$\int d^3x W(\vec{x}, \vec{p}, t) = |\tilde{\psi}(\vec{p}, t)|^2 \quad (۳)$$

$$\int_0^t dt W(\vec{x}, \vec{p}, t) = \tilde{\psi}(\vec{p}, t) \psi^*(\vec{x}, t) \quad (۴)$$

۱۰۰- ذراتی با انرژی  $E > 0$  در جهت مثبت محور  $x$  ها به پله (انرژی) پتانسیل یک بعدی

$$V(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \\ -V_0 & x > 0 \end{cases}$$

می‌تابند ( $V_0 > 0$ ). به ازای  $E \ll V_0$  احتمال بازتاب تا اولین مرتبه غیر صفر  $\frac{E}{V_0}$  چقدر است؟

$$1 - 2\sqrt{\frac{E}{V_0}} \quad (۲) \qquad 1 - 4\sqrt{\frac{E}{V_0}} \quad (۱)$$

$$1 - 4\left(\frac{E}{V_0}\right) \quad (۴) \qquad 1 - 2\left(\frac{E}{V_0}\right) \quad (۳)$$

۱۰۱- کدام یک از توابع موج زیر در بازه  $0 \leq x < \infty$  متعلق به فضای  $L_1$  (فضای توابع انتگرال پذیر مجذوری) نیست؟

$\theta(x)$  تابع (هوی ساید) است.

$$\operatorname{sech} x \quad (۱)$$

$$e^{-x} \sin \pi x \quad (۲)$$

$$e^{-x} \cosh x \quad (۳)$$

$$xe^{-x} (\theta(x) - \theta(x - \delta)) \quad (۴)$$

۱۰۲- برای این که تابع موج  $\psi(x) = \begin{cases} A & 0 \leq x \leq a \\ Bx & a \leq x \leq 2a \end{cases}$  در بازه  $0 \leq x \leq 2a$  بهنجار باشد، مقدار ضریب  $A$  چقدر باید

باشد؟

$$\sqrt{\frac{\gamma}{1+a}} \quad (۱)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma}{1+a}} \quad (۲)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma}{\Delta a}} \quad (۳)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma}{\Delta a}} \quad (۴)$$

۱۰۳- ذره‌ای به جرم  $m$  در نیمه سمت چپ یک چاه پتانسیل یک بعدی نامتناهی  $V(x) = \begin{cases} 0 & 0 < x < L \\ \infty & x \leq 0; x \geq L \end{cases}$  با تابع موج

$\psi(x) = A$  قرار دارد که  $A$  مقداری ثابت است. احتمال این که در این حالت، انرژی ذره  $\frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$  باشد، چقدر است؟

$$\frac{1}{\pi^2} \quad (1)$$

$$\frac{2}{\pi^2} \quad (2)$$

$$\frac{3}{\pi^2} \quad (3)$$

$$\frac{4}{\pi^2} \quad (4)$$

۱۰۴- تابع موج ذره‌ای به جرم  $m$  در چاه پتانسیل نامتناهی یک بعدی  $V(x) = \begin{cases} 0 & 0 < x < L \\ \infty & x \leq 0; x \geq L \end{cases}$  به شکل

$\psi(x) = i\sqrt{\frac{1}{2L}} \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) + \sqrt{\frac{1}{L}} \sin\left(\frac{3\pi x}{L}\right) - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{4\pi x}{L}\right)$  است. مقدار چشم‌داشتی انرژی ذره در

این حالت چقدر است؟

$$\frac{11}{8} \frac{\pi^2 \hbar^2}{mL^2} \quad (1)$$

$$\frac{26}{8} \frac{\pi^2 \hbar^2}{mL^2} \quad (2)$$

$$\frac{25}{8} \frac{\pi^2 \hbar^2}{mL^2} \quad (3)$$

$$\frac{22}{8} \frac{\pi^2 \hbar^2}{mL^2} \quad (4)$$

۱۰۵- اثر عملگر  $A$  در یک فضای سه بعدی روی پایه‌های متعامد و بهنجار  $|u_1\rangle$ ،  $|u_2\rangle$  و  $|u_3\rangle$  به صورت  $A|u_1\rangle = 2|u_1\rangle$ ،  $A|u_2\rangle = 3|u_1\rangle - i|u_2\rangle$  و  $A|u_3\rangle = -|u_2\rangle$  است. نمایش ماتریسی  $A$  در پایه‌های فوق کدام

است؟

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 0 \\ 0 & i & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & -i \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & i \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 0 \\ 0 & -i & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

۱۰۶- اگر تابع موج الکترون در اتم هیدروژن به شکل

$$\psi(r, \theta, \varphi) = NR_{3\gamma}(r) \left( Y_{\gamma}^{\gamma}(\theta, \varphi) + \sqrt{3} Y_{\gamma}^0(\theta, \varphi) + \sqrt{2} Y_{\gamma}^{-1}(\theta, \varphi) \right)$$

چشمداشتی  $L^2$  و  $L_z$  کدامند؟ (N ضریب ثابتی است.)

$$-\frac{\hbar}{6}, 6\hbar^2, -1/51 \text{ eV} \quad (1)$$

$$-\hbar, 6\hbar^2, -4/53 \text{ eV} \quad (2)$$

$$-\frac{\hbar}{6}, 2\hbar^2, -1/51 \text{ eV} \quad (3)$$

$$-\hbar, 2\hbar^2, -4/53 \text{ eV} \quad (4)$$

۱۰۷- هامیلتونی یک چرخنده به شکل  $H = \frac{L_x^2 + L_y^2}{2I} + \frac{L_z^2}{4I}$  است. کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین ویژه مقدار انرژی این

چرخنده کدام است؟

$$\frac{\hbar^2}{2I} l(l+3), \frac{\hbar^2}{2I} l(l+1) \quad (1)$$

$$\frac{\hbar^2}{2I} l(l+1), \frac{\hbar^2}{4I} l(l+2) \quad (2)$$

$$\frac{\hbar^2}{2I} l(l+3), \frac{\hbar^2}{4I} l(2l+1) \quad (3)$$

$$\frac{\hbar^2}{4I} l(2l+1), \frac{\hbar^2}{4I} l(l+2) \quad (4)$$

۱۰۸- یک الکترون تحت اثر یک میدان مغناطیسی یکنواخت  $\vec{B} = B_0 \hat{y}$  قرار می‌گیرد. اگر در لحظه  $t = 0$  حالت اولیه اسپین

الکترون در راستای مثبت محور x باشد، در چه لحظه  $t > 0$  اسپین الکترون با احتمال صد در صد در راستای مثبت

محور z خواهد بود؟ [هامیلتونی برهم‌کنش میدان با اسپین به شکل  $H = -\vec{\mu} \cdot \vec{B} = \hbar\omega \sigma_y$  است که  $\sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}$  و

$$\left[ \sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \right.$$

$$\frac{3\pi}{4\omega} \quad (1)$$

$$\frac{3\pi}{2\omega} \quad (2)$$

$$\frac{5\pi}{6\omega} \quad (3)$$

$$\frac{7\pi}{4\omega} \quad (4)$$

۱۰۹- هامیلتونی یک دستگاه کوانتومی به شکل  $\hat{H} = \begin{pmatrix} 1 & \lambda & 0 \\ \lambda & 3 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda - 2 \end{pmatrix} \hbar\omega$  است که  $\lambda = 0/2$  است. تا اولین مرتبه

غیرصفر  $\lambda$  ترازهای انرژی این دستگاه کدامند؟

$$(1) \quad -1/8 \hbar\omega, \quad 3/1 \hbar\omega, \quad 0/9 \hbar\omega$$

$$(2) \quad -1/8 \hbar\omega, \quad 3/1 \hbar\omega, \quad 0/9 \hbar\omega$$

$$(3) \quad -1/8 \hbar\omega, \quad 3/2 \hbar\omega, \quad 0/9 \hbar\omega$$

$$(4) \quad -1/8 \hbar\omega, \quad 3/2 \hbar\omega, \quad 0/9 \hbar\omega$$

۱۱۰- یک اتم هیدروژن در میدان مغناطیسی یکنواخت و ضعیف  $\mathbf{B}\hat{z}$  در نظر بگیرید. برهم کنش الکترون این اتم با

میدان مغناطیسی با هامیلتونی زمین  $\mathbf{H}' = \frac{\mu_B \mathbf{B}}{\hbar} (\mathbf{L}_z + 2\mathbf{S}_z)$  بیان می‌شود که  $\mu_B$  مگنتون بور الکترون و  $\mathbf{L}_z$

و مؤلفه  $z$  عملگر تکانه زاویه‌ای مداری و اسپینی الکترون است. فرض کنید الکترون در یک حالت برانگیخته با  $n=2$  و  $\ell=1$  است. اگر جابه‌جایی انرژی الکترون تا مرتبه اول  $\mathbf{B}$  را به صورت  $g(\ell, j)\mu_B \mathbf{B} m_j$  بنویسیم،

$g(\ell, j)$  کدام است؟

$$\psi_{n,j=\ell\pm\frac{1}{2},m_j} = R_{n\ell}(r) \left( \pm \sqrt{\frac{\ell \pm m_j + \frac{1}{2}}{2\ell+1}} \frac{1}{\ell} Y^{\ell, m_j - \frac{1}{2}}(\theta, \varphi) \chi_+ + \sqrt{\frac{\ell \pm m_j + \frac{1}{2}}{2\ell+1}} \frac{1}{\ell} Y^{\ell, m_j + \frac{1}{2}}(\theta, \varphi) \chi_- \right)$$

$$(1) \quad g(1, \frac{3}{2}) = \frac{4}{3}, \quad g(1, \frac{1}{2}) = \frac{2}{3}$$

$$(2) \quad g(1, \frac{3}{2}) = \frac{4}{3}, \quad g(1, \frac{1}{2}) = \frac{2}{3}$$

$$(3) \quad g(1, \frac{3}{2}) = \frac{4}{3}, \quad g(1, \frac{1}{2}) = \frac{2}{3}$$

$$(4) \quad g(1, \frac{3}{2}) = \frac{2}{3}, \quad g(1, \frac{1}{2}) = \frac{4}{3}$$







## مشاهده کلید اولیه سوالات آزمون کارشناسی ارشد 1399

## کلید اولیه آزمون کارشناسی ارشد سال 1399

به اطلاع می‌رساند، کلید اولیه سوالات که در این سایت قرار گرفته است، غیر قابل استناد است و پس از دریافت نظرات داوطلبان و صاحب نظرات کلید نهایی سوالات تهیه و بر اساس آن کارنامه داوطلبان استخراج خواهد شد. در صورت تمایل می‌توانید حداکثر تا تاریخ 1399/05/22 با مراجعه به سامانه پاسخگویی اینترنتی (request.sanjesh.org) نسبت به تکمیل فرم "اعتراض به کلید سوالات"/"آزمون کارشناسی ارشد سال 1399" اقدام نمایید. لازم به ذکر است نظرات داوطلبان فقط تا تاریخ مذکور و از طریق فرم ذکر شده دریافت خواهد شد و به موارد ارسالی از طریق دیگر (نامه مکتوب یا فرم عمومی در سامانه پاسخگویی و ...) یا پس از تاریخ اعلام شده رسیدگی نخواهد شد.

عنوان دفترچه	نوع دفترچه	گروه امتحانی
مجموعه فیزیک	F	گروه علوم پایه

شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح
1	4	31	4	61	4	91	1	121	سفید	151	سفید
2	1	32	2	62	2	92	1	122	سفید	152	سفید
3	2	33	2	63	3	93	3	123	سفید	153	سفید
4	3	34	4	64	1	94	4	124	سفید	154	سفید
5	3	35	3	65	1	95	4	125	سفید	155	سفید
6	4	36	1	66	3	96	2	126	سفید	156	سفید
7	1	37	3	67	2	97	3	127	سفید	157	سفید
8	2	38	1	68	4	98	1	128	سفید	158	سفید
9	4	39	3	69	3	99	2	129	سفید	159	سفید
10	3	40	2	70	4	100	1	130	سفید	160	سفید
11	2	41	1	71	4	101	3	131	سفید	161	سفید
12	1	42	1	72	1	102	2	132	سفید	162	سفید
13	4	43	4	73	4	103	4	133	سفید	163	سفید
14	2	44	1	74	2	104	3	134	سفید	164	سفید
15	2	45	4	75	2	105	3	135	سفید	165	سفید
16	1	46	2	76	1	106	1	136	سفید	166	سفید
17	2	47	3	77	3	107	2	137	سفید	167	سفید
18	3	48	3	78	2	108	1	138	سفید	168	سفید
19	4	49	2	79	4	109	3	139	سفید	169	سفید
20	2	50	1	80	2	110	2	140	سفید	170	سفید
21	4	51	4	81	2	111	سفید	141	سفید	171	سفید
22	3	52	1	82	1	112	سفید	142	سفید	172	سفید
23	1	53	3	83	4	113	سفید	143	سفید	173	سفید
24	1	54	2	84	4	114	سفید	144	سفید	174	سفید
25	3	55	2	85	1	115	سفید	145	سفید	175	سفید
26	1	56	4	86	4	116	سفید	146	سفید	176	سفید
27	2	57	4	87	2	117	سفید	147	سفید	177	سفید
28	2	58	3	88	3	118	سفید	148	سفید	178	سفید
29	4	59	2	89	4	119	سفید	149	سفید	179	سفید
30	2	60	1	90	3	120	سفید	150	سفید	180	سفید
شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح
181	سفید	211	سفید	241	سفید	271	سفید	301	سفید		
182	سفید	212	سفید	242	سفید	272	سفید	302	سفید		
183	سفید	213	سفید	243	سفید	273	سفید	303	سفید		
184	سفید	214	سفید	244	سفید	274	سفید	304	سفید		
185	سفید	215	سفید	245	سفید	275	سفید	305	سفید		
186	سفید	216	سفید	246	سفید	276	سفید	306	سفید		
187	سفید	217	سفید	247	سفید	277	سفید	307	سفید		
188	سفید	218	سفید	248	سفید	278	سفید	308	سفید		

189	سفید	219	سفید	249	سفید	279	سفید	309	سفید
190	سفید	220	سفید	250	سفید	280	سفید	310	سفید
191	سفید	221	سفید	251	سفید	281	سفید	311	سفید
192	سفید	222	سفید	252	سفید	282	سفید	312	سفید
193	سفید	223	سفید	253	سفید	283	سفید	313	سفید
194	سفید	224	سفید	254	سفید	284	سفید	314	سفید
195	سفید	225	سفید	255	سفید	285	سفید	315	سفید
196	سفید	226	سفید	256	سفید	286	سفید	316	سفید
197	سفید	227	سفید	257	سفید	287	سفید	317	سفید
198	سفید	228	سفید	258	سفید	288	سفید	318	سفید
199	سفید	229	سفید	259	سفید	289	سفید	319	سفید
200	سفید	230	سفید	260	سفید	290	سفید	320	سفید
201	سفید	231	سفید	261	سفید	291	سفید		
202	سفید	232	سفید	262	سفید	292	سفید		
203	سفید	233	سفید	263	سفید	293	سفید		
204	سفید	234	سفید	264	سفید	294	سفید		
205	سفید	235	سفید	265	سفید	295	سفید		
206	سفید	236	سفید	266	سفید	296	سفید		
207	سفید	237	سفید	267	سفید	297	سفید		
208	سفید	238	سفید	268	سفید	298	سفید		
209	سفید	239	سفید	269	سفید	299	سفید		
210	سفید	240	سفید	270	سفید	300	سفید		

خروج