

۲۰۴

C

نام

نام خانوادگی

محل اقامت

عصر چهارشنبه  
۸۹/۱۱/۲۷



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 ۱۳۹۰

مجموعه فیزیک – کد ۱۲۰۴

مدت پاسخگویی: ۲۷۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۱۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سوالات

ردیف	مواد امتحانی	شماره سوال	تعداد سوال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عجمی و تخصصی	۲۰	۲۰	۱	۲۰
۲	فیزیک پایه ۱ و ۲	۲۰	۲۰	۲۱	۴۰
۳	فیزیک جدید	۶	۶	۵۱	۵۶
۴	مکانیک کوانتوم ۱ و ۲	۱۲	۱۲	۵۷	۶۸
۵	الکترومغناطیس	۱۲	۱۲	۶۹	۷۰
۶	مکانیک کلاسیک ۱ و ۲	۱۲	۱۲	۸۱	۹۲
۷	ترمودینامیک اماری	۶	۶	۹۳	۹۸
۸	رباتیک فیزیک ۱ و ۲	۱۲	۱۲	۹۹	۱۱۰

پیمن ماه سال ۱۳۸۹

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.

**PART A: Vocabulary**

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

- 1-Doctors should ----- a while on the wisdom of separating babies from their mothers.  
 1) ponder      2) resolve      3) proceed      4) recover
- 2-Is the job of the police to enforce ----- with the regulations?  
 1) authority      2) compliance      3) compensation      4) resolution
- 3-He was found guilty of ----- of justice.  
 1) deviation      2) obstruction      3) submission      4) implication
- 4-The lawyer claimed that the company had shown a(n) ----- disregard for its employees' safety.  
 1) reckless      2) engrossed      3) tentative      4) illegible
- 5-The book explains the ----- of the English language from old to modern English.  
 1) initiation      2) incidence      3) evolution      4) reverence
- 6-The party is promising low inflation and ----- economic growth.  
 1) mature      2) haphazard      3) preliminary      4) sustainable
- 7-We have ----- many new features into the design of the building.  
 1) displaced      2) assigned      3) incorporated      4) enhanced
- 8-Global warming might ----- dramatic changes in our climate.  
 1) induce      2) compile      3) penetrate      4) conceive
- 9-Some teachers welcomed the change in the educational system; but for the majority, the ----- was true.  
 1) revival      2) converse      3) contradiction      4) endeavor
- 10-The problem had been ----- to in earlier discussions.  
 1) alluded      2) assumed      3) overlapped      4) coincided

**PART B: Grammar**

**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.

Mass communication is the sending of messages through the mass media of television, radio, newspapers, and the cinema. Mass communication (11) ----- a mass of people, that is, a large number of "receivers." It is an expensive business (12) ----- can usually only be undertaken by large companies with large amounts of money (13) -----, such as television and radio companies, publishing houses, and film studios. The technology used is costly and complex, and can rapidly become (14) ----- date. Mass communication has arisen mainly in the 20<sup>th</sup> century. It depends upon (15) ----- a certain degree of education. This century has seen the invention of radio and television, and the growth of newspaper and magazine circulations.

- |                     |                   |                      |                       |
|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| 11-1) aims to       | 2) has aim at     | 3) has aim to        | 4) is aimed at        |
| 12-1) so            | 2) and            | 3) which it          | 4) that it            |
| 13-1) spends        | 2) spending it    | 3) for spending      | 4) to spend           |
| 14-1) to            | 2) out for a      | 3) out of            | 4) for the            |
| 15-1) public having | 2) public to have | 3) the public having | 4) the public to have |

### 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

During his postgraduate program, Hawking was diagnosed as having Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS), a rare progressive disease that handicaps movement and speech. This disease makes it necessary for Hawking to carry out the long and complex mathematical calculations that his work requires in his head. He has been able to continue his studies and to embark upon a distinguished and productive scientific career despite his illness.

From its earliest stages, Hawking's research has been concerned with the concept of singularities—breakdowns in space and time where the classic laws of physics no longer apply. The combination of time and three-dimensional space is called *space-time*. The most familiar example of a singularity is a black hole, the final form of a collapsed star. Much of what scientists believe about space-time comes from the theory of relativity, which was developed in the early 20th century by German American physicist Albert Einstein. During the late 1960s Hawking proved that if the general theory of relativity is correct, then a singularity must also have occurred at the *big bang*. The big bang is the explosion that marked the beginning of the universe and the birth of space-time itself.

16. The passage states that -----.

- 1) ALS is a condition first diagnosed in Hawking
- 2) Hawking's relentless work led to his ailment
- 3) Hawking strove to find a cure for ALS
- 4) ALS did not stop Hawking's academic endeavors

17. The word "requires" in line 4 is closest in meaning to -----.

- 1) entails
- 2) performs
- 3) imposes
- 4) compels

18. The author states that Hawking's scientific career -----.

- 1) could have been more productive had he not had a disease
- 2) was, notwithstanding his illness, noteworthy
- 3) would have become as significant as that of Einstein had he not been handicapped
- 4) made him develop the ability to do long and complex mathematical calculations

19. All of the following have been defined in the passage EXCEPT -----.

- 1) *big bang*
- 2) *space-time*
- 3) the concept of singularities
- 4) the theory of relativity

**20.** According to Hawking, whether or not a singularity occurred at the time of the *big bang* -----.

- 1) was first verified by Albert Einstein
- 2) is hypothetically true but empirically impossible to establish
- 3) is a hypothesis whose validity depends on the authenticity of the theory of relativity
- 4) is very important in substantiating the theory of relativity

**21.** The word “itself” in 15 refers to -----.

- |                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| 1) birth of space-time | 2) beginning of the universe |
| 3) big bang            | 4) explosion                 |

### Passage 2

Building on the work of Clifford Shull and other scientists who first developed neutron-scattering techniques, Brockhouse designed a new instrument for neutron-scattering research. Neutron scattering is based on the fact that beams of neutrons can pass readily into a substance, much as X rays can. The neutrons are scattered, or diffracted, by the atoms in the substance. By measuring the neutron change, scientists can gather information about a substance's atomic structure. Brockhouse designed an instrument called a triple-axis spectrometer, which can measure the energy and momentum of the neutrons as they enter and leave the sample substance. This allowed him to gather data about vibrations and other movements of the atoms within the substance, ultimately providing information about the substance's physical properties. His instrument is still widely used in neutron-scattering studies, which have applications in biology, chemistry, materials science, and engineering. Polymers, semiconductors, and superconductors are just three of the many materials analyzed and developed with the help of neutron-scattering techniques. Brockhouse's work is also credited with helping to form the basis of modern solid-state physics, also known as condensed-matter physics.

**22.** Which of the following questions does the passage NOT answer?

- 1) What kind of device did Brockhouse invent?
- 2) What techniques are used to analyze and develop polymers?
- 3) How can scientists collect data about a substance's atomic structure?
- 4) How did Brockhouse come to know Clifford Shull's work?

**23.** Which of the following has the author used in the passage to make a comparison?

- |                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| 1) Beams of neutrons | 2) Neutron-scattering studies |
| 3) X rays            | 4) Solid-state physics        |

**24.** Which of the following is TRUE about the triple-axis spectrometer?

- 1) It was improved by Brockhouse.
- 2) It is a measurement device.
- 3) It involves both energy and momentum.
- 4) It can enter or leave sample substances.

**25.** The word “ultimately” in line 9 is closest in meaning to -----.

- 1) eventually
- 2) definitely
- 3) deniably
- 4) precisely

- 26. Which of the following best represents the organization of the passage?**
- 1) A thesis is made and then supported via examples.
  - 2) An instrument is introduced and then its flaws are mentioned.
  - 3) A means developed by a scholar is introduced, how it works is explained and its applications are briefly cited.
  - 4) A device designed and improved over the years is physically described and the way it works is xplicated.
- 27. The materials that can be analyzed and developed by means of neutron-scattering techniques are -----.**
- 1) a handful
  - 2) three
  - 3) great in number
  - 4) less than three

**Passage 3**

Before the development of quantum theory, physicists assumed that, with perfect equipment in perfect conditions, measuring any physical quantity as accurately as desired was possible. Quantum mechanical equations show that accurate measurement of both the position and the momentum of a particle at the same time is impossible. This rule is called Heisenberg's uncertainty principle after German physicist Werner Heisenberg, who derived it from other rules of quantum theory. The uncertainty principle means that as physicists measure a particle's position with more and more accuracy, the momentum of the particle becomes less and less precise, or more and more uncertain, and vice versa.

Heisenberg formally stated his principle by describing the relationship between the uncertainty in the measurement of a particle's position and the uncertainty in the measurement of its momentum. Heisenberg said that the uncertainty in position (represented by  $\Delta x$ ) times the uncertainty in momentum (represented by  $\Delta p$ ; ) must be greater than a constant number equal to Planck's constant ( $h$ ) divided by  $4\pi$  ( $\pi$  is a constant approximately equal to 3.14). Mathematically, the uncertainty principle can be written as  $\Delta x \Delta p > h / 4\pi$ . This relationship means that as a scientist measures a particle's position more and more accurately—so the uncertainty in its position becomes very small—the uncertainty in its momentum must become large to compensate and make this expression true. Likewise, if the uncertainty in momentum,  $\Delta p$ , becomes small,  $\Delta x$  must become large to make the expression true.

- 28. According to the passage, the assumption held by physicists about measurement before the development of quantum theory was -----.**

- 1) accurate
- 2) fallacious
- 3) perfect
- 4) probable

- 29. What does the passage mainly discuss?**

- 1) Different versions of quantum theory
- 2) Some explanation of a principle
- 3) The approach Werner Heisenberg took to capture his finding in a formula
- 4) Rules of quantum theory other than Heisenberg's uncertainty principle

- 30.  $4\pi$  stands for -----.**

- 1) 12.56
- 2) 3.14
- 3) 7.14
- 4) 3.18

-۳۱ ذره‌ای به جرم  $g = 100$  در یک صفحه حرکت می‌کند و معادله حرکت آن در مختصات قطبی به شکل  $\ddot{\theta} = \alpha t^2$  و

است. اندازه شتاب ذره در  $t = \frac{\pi}{2\alpha}$  کدام است؟ ( $\alpha > 0$  مقادیر ثابتی هستند).

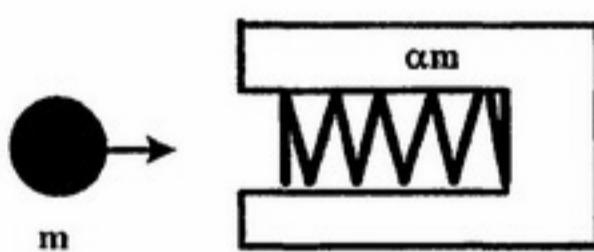
$$\alpha \sqrt{\frac{17\pi^4 \theta_0^4}{16} - \pi^2 \theta_0^2 + 4} \quad (1)$$

$$\alpha \left( 2 - \frac{\pi^2 \theta_0^2}{4} \right) \quad (2)$$

$$\alpha \sqrt{\frac{\pi^4 \theta_0^4}{16} + 2\pi^2 \theta_0^2 + 4} \quad (3)$$

-۳۲ گلوله با جرم  $m$  و تندی اوپله به طور مستقیم به سوی یک قطعه فلزی سنگین با جرم  $\alpha m$  که در حال سکون است ( $\alpha > 1$ )

شلیک می‌گردد و درون لوله تفنگ فنری آن پس از فشردن فنر گیر می‌کند. با فرض اینکه هیچ انرژی در اثر اصطکاک از بین نمی‌رود، چه کسری از انرژی جنبشی اوپله گلوله بعد از این برخورد درون فنر ذخیره شده است؟



$$\frac{1}{\alpha+1} \quad (1)$$

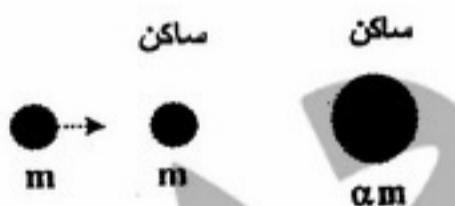
$$\frac{\alpha+1}{2} \quad (2)$$

$$\frac{\alpha}{\alpha+1} \quad (3)$$

$$\frac{\alpha-1}{\alpha+1} \quad (4)$$

-۳۳ سه گلوله با جرم‌های  $m$  و  $\alpha m$  و  $m$  روی یک خط مستقیم قرار دارند و فقط برخورد رودررو و کاملاً کشسان با یکدیگر می-

کنند. در ابتدا دو گلوله سمت راست ساکن هستند و گلوله سمت چپ با تندی ثابتی به سمت راست در حرکت است. به طور کلی چند برخورد روی خواهد داد؟



(۱) برای  $\alpha \leq 1$  سه برخورد و برای  $\alpha > 1$  پنج برخورد

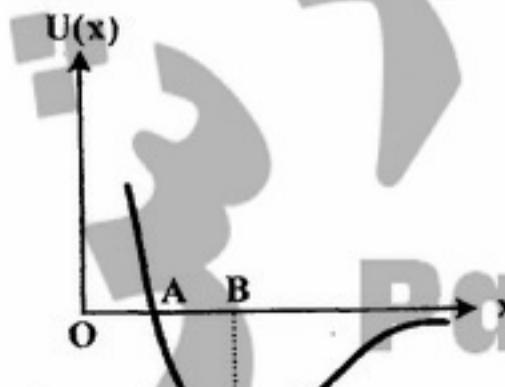
(۲) برای  $\alpha \leq 1$  دو برخورد و برای  $\alpha > 1$  سه برخورد

(۳) برای  $\alpha \leq 1$  دو برخورد و برای  $\alpha > 1$  چهار برخورد

(۴) مقدار عددی  $\alpha$  هر چه باشد فقط چهار برخورد روی خواهد داد.

-۳۴ جسمی با جرم ۲ کیلوگرم، تحت تأثیر انرژی پتانسیل یک بعدی  $U(x) = U_0 \left[ \left(\frac{a}{x}\right)^2 - \left(\frac{a}{x}\right)^4 \right]$  قرار دارد. هرگاه تندی

حرکت این ذره در نقطه A صفر باشد تندی ذره در نقطه تعادل B چقدر است؟  $U_0 = 2 \text{ J}$



(۱) صفر

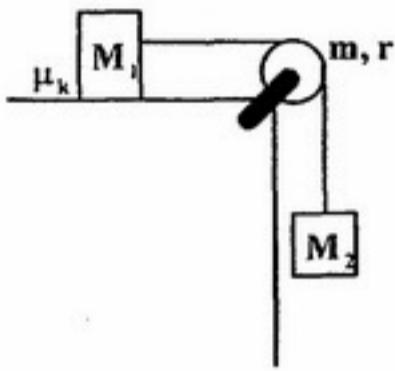
(۲)  $\sqrt{3}$

(۳)  $\sqrt{\frac{3}{2}}$

(۴)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

-۳۵ جرم  $M_1$  روی یک سطح افقی با ضریب اصطکاک جانبی  $\mu_k$  از طریق نخ و قرقره با جرم  $m$  و شعاع  $r$  و لختی دورانی  $\frac{M_2}{\mu_k} < \frac{1}{r}$  به وزن آویزان  $M_2 g$  متصل شده است. محور قرقره اصطکاک ندارد و نخ روی قرقره نمی‌لغزد، با فرض

نیروی کشش در نخ افقی کدام است؟



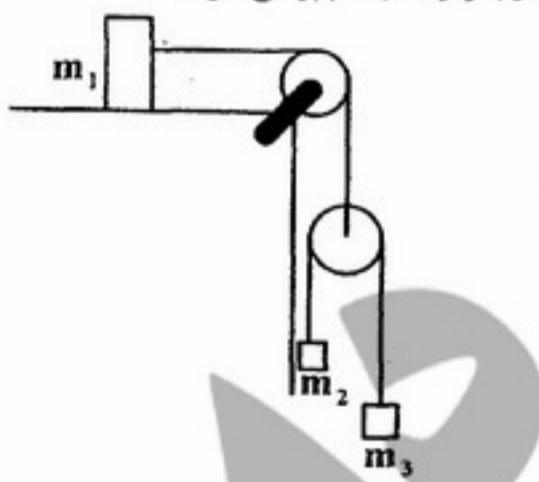
$$M_1 g \left[ \frac{(1+\mu_k)M_1 - \frac{m}{r}}{M_1 + M_2 + \frac{m}{r}} \right] \text{(۱)}$$

$$M_1 g \left[ \frac{(1+\mu_k)M_2 + \mu_k \frac{m}{r}}{M_1 + M_2 + \frac{m}{r}} \right] \text{(۲)}$$

$$M_1 g \left[ \frac{(1+\mu_k)M_2 + \mu_k m}{M_1 + M_2 + \frac{m}{r}} \right] \text{(۳)}$$

$$M_2 g \left[ \frac{(1+\mu_k)M_1 + \frac{m}{r}}{M_1 + M_2 + \frac{m}{r}} \right] \text{(۴)}$$

-۳۶ در شکل زیر از اصطکاک در محور قرقره‌ها و از اصطکاک جسم  $m_1$  با سطح نیز چشم پوشی شود. اگر  $m_1 = 50 \text{ kg}$ ،  $m_2 = 40 \text{ kg}$  و  $m_3 = 20 \text{ kg}$  باشد شتاب جسم  $M_2$  چقدر است؟ از جرم قرقره‌ها چشم پوشی شود.



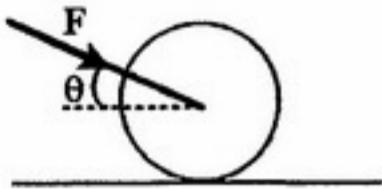
$$\frac{5}{11}g \text{ (۱)}$$

$$\frac{21}{31}g \text{ (۲)}$$

$$\frac{11}{31}g \text{ (۳)}$$

$$\frac{5}{33}g \text{ (۴)}$$

-۳۷ برای به حرکت در آوردن یک غلتک سنگین (حرکت غلتشی خالص) روی سطح آسفالت با ضریب اصطکاک ایستایی  $\mu_s = 3$  زاویه دسته غلتک با امتداد افق باید کمتر از  $\theta_0$  باشد. زاویه  $\theta_0$  کدام است؟ غلتک استوانه‌ای توپر است و لختی دورانی استوانه‌ای به جرم  $M$  و شعاع  $r$  حول محورش  $\frac{1}{2}Mr^2$  است.



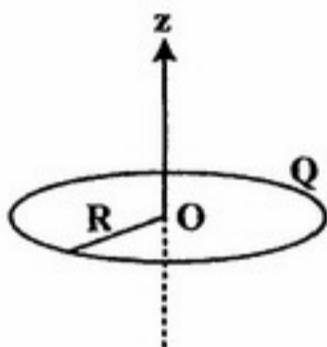
$$\text{Arc tan}\left(\frac{1}{9}\right) \quad (1)$$

$$\text{Arc tan}\left(\frac{3}{2}\right) \quad (2)$$

$$\text{Arc tan } 3 \quad (3)$$

$$\text{Arc tan}\left(\frac{1}{3}\right) \quad (4)$$

-۳۸ بار الکتریکی مثبت  $Q$  به طور یکنواخت روی حلقه دایره‌ای شکل به شعاع  $R$  توزیع شده است. ذره‌ای با بار الکتریکی منفی و نسبت بار به جرم  $\frac{q}{m} = \beta$  واقع در مرکز این حلقه، در امتداد محور  $z$  به مقدار بسیار کوچک جابجا شده و رها می‌گردد. بسامد زاویه‌ای نوسانات این ذره در راستای  $z$  کدام است؟



$$\sqrt{\frac{\beta Q}{4\pi\epsilon_0 R^3}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{\beta Q}{8\pi\epsilon_0 R^3}} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{2\beta Q}{4\pi\epsilon_0 R^3}} \quad (3)$$

$$\sqrt{\frac{2\beta Q}{8\pi\epsilon_0 R^3}} \quad (4)$$

-۳۹ یک حباب صابون کروی شکل و دارای بار الکتریکی در نظر بگیرید، انرژی کل این حباب مجموع انرژی سطحی متناسب با مساحت حباب و انرژی الکتروستاتیک است. در حالت تعادل شعاع حباب متناسب با  $Q^\alpha$  است که  $Q$  بار حباب و  $\alpha$  یک ثابت است.  $\alpha$  چقدر است؟

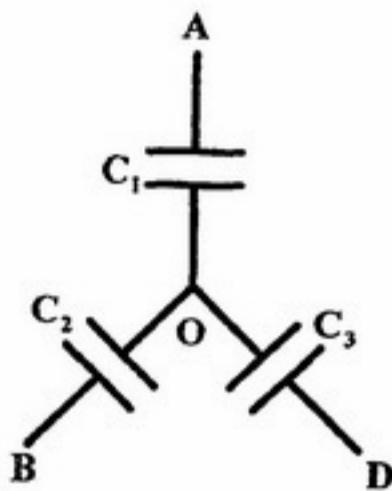
$$\frac{2}{3} \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$\frac{4}{3} \quad (3)$$

$$1 \quad (4)$$

- ۴۰- سه خازن بدون بار با ظرفیت‌های  $C_1$ ،  $C_2$  و  $C_3$  مطابق شکل زیر به یکدیگر و به نقاط A، B و D به ترتیب با پتانسیل‌های  $\phi_A$ ،  $\phi_B$  و  $\phi_D$  متصل شده‌اند. پتانسیل الکتریکی نقطه O کدام است؟



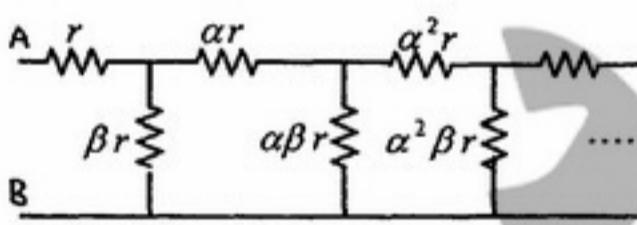
$$\frac{\phi_A + \phi_B + \phi_D}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} \quad (1)$$

$$\frac{\phi_A C_1 + \phi_B C_2 + \phi_D C_3}{C_1 + C_2 + C_3} \quad (2)$$

$$(\phi_A + \phi_B + \phi_D) \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right) \quad (3)$$

$$\frac{\phi_A + \phi_B + \phi_D}{C_1 + C_2 + C_3} \quad (4)$$

- ۴۱- مطابق شکل، زنجیره مقاومت‌ها به طور نامحدود ادامه دارد. مقدار مقاومت‌ها روی شکل مشخص شده است. به ازاء  $\alpha = 2$  و  $\beta = 3$  مقاومت الکتریکی کل بین نقطه A و B برابر  $x$  است. x چقدر است؟



$$\frac{2}{3} \quad (1)$$

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

$$2 \quad (3)$$

$$\frac{5}{2} \quad (4)$$

- ۴۲- میدان مغناطیسی ناشی از یک دو قطبی ثابت مغناطیسی  $\vec{B}$  که در مبدأ مختصات قرار دارد و جهت آن موازی محور z است. در صفحه  $y=0$  دارای مؤلفه‌های زیر است:

$$B_x = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{3xz}{(x^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}}, B_y = 0, B_z = -\frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \left( \frac{1}{(x^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{3z^2}{(x^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}} \right)$$

یک دو قطبی دیگر با گشتاور  $\vec{B}$  در صفحه  $y=0$  با مختصات  $x=z=a$  قرار می‌گیرد. در حالت تعادل، زاویه‌ای که این دو قطبی با راستای دو قطبی اولیه می‌سازد کدام است؟

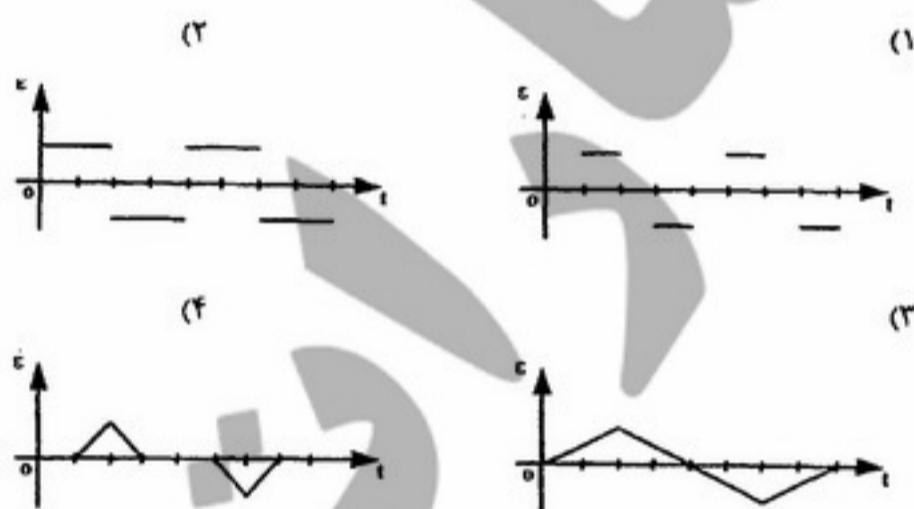
$$\operatorname{tg}^{-1} \left( \frac{1}{3} \right) \quad (1)$$

$$\pi - \operatorname{tg}^{-1} 3 \quad (2)$$

$$\pi - \operatorname{tg}^{-1} \left( \frac{1}{3} \right) \quad (3)$$

$$\operatorname{tg}^{-1} 3 \quad (4)$$

- ۴۳ یک میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت  $\vec{B}$  عمود بر صفحه در ناحیه‌ای به شکل مستطیل اعمال شده است. یک سیم فلزی که به شکل ربع دایره در آورده شده حول نقطه A با سرعت زاویه‌ای ثابت مطابق شکل دوران می‌کند. محور دوران A عمود بر صفحه و در لبه ناحیه مستطیلی قرار دارد. کدام یک از شکل‌های زیر نیروی محرکه القایی در سیم را بر حسب t (زمان) صحیح‌تر نشان می‌دهد؟ سیم حول نقطه ثابت A می‌تواند دوران‌های کامل بزند.



- ۴۴ دو الگوی زیر را برای توصیف حالت مقید الکترون و پروتون (یعنی اتم هیدروژن) و محاسبه مقدار انرژی آن در نظر بگیرید:  
الگوی ۱) الکترون به صورت بار نقطه‌ای  $e^-$  روی مسیر دایره‌ای به شعاع R به دور پروتون که به صورت بار نقطه‌ای  $+e$  در مرکز دایره ساکن است، با تندی ثابتی می‌چرخد.

الگوی ۲) الکترون به صورت یک ابر کروی ساکن به شعاع  $2R$  و با بار الکتریکی کل  $-e$  و با بار الکتریکی کل  $+e$  در مرکز خود در پر گرفته است.  
توزيع شده است و پروتون را به صورت بار نقطه‌ای  $+e$  در مرکز خود در پر گرفته است.

۱) هر دو الگو از نظر مقدار انرژی حالت مقید یکسان بوده و مقدار انرژی  $\frac{-e^2}{8\pi\epsilon_0 R}$  را نتیجه می‌دهند.

۲) این دو الگو به ترتیب دو مقدار مختلف  $\frac{-e^2}{4\pi\epsilon_0 R}$  و  $\frac{-e^2}{8\pi\epsilon_0 R}$  را برای حالت مقید نتیجه می‌دهند.

۳) هر دو الگو از نظر مقدار انرژی حالت مقید یکسان بوده و مقدار انرژی  $\frac{-e^2}{4\pi\epsilon_0 R}$  را نتیجه می‌دهند.

۴) این دو الگو به ترتیب دو مقدار مختلف  $\frac{-2e^2}{10\pi\epsilon_0 R}$  و  $\frac{-e^2}{8\pi\epsilon_0 R}$  را برای حالت مقید نتیجه می‌دهند.

- ۴۵ موج متحرک  $y(x,t) = f(x+vt)$  در کدام معادله صدق می‌کند؟

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{-1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (4)$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{-1}{v} \frac{\partial y}{\partial t} \quad (3)$$

- ۴۶ - درون یک اقیانوس آرام دو زیردریایی در یک امتداد و به سمت یکدیگر در حرکت‌اند، تندي زیردریایی اول  $\frac{\text{km}}{\text{h}} ۳۰$  و تندي زیردریایی دوم  $\frac{\text{km}}{\text{h}} ۵۴۰۰$  است. زیردریایی اول موج صوتی با بسامد  $1000 \text{ Hz}$  فرستد، سرعت این امواج است. بسامد موج بازتابیده از زیردریایی دوم که زیردریایی اول دریافت می‌کند تقریباً چند هرتز است؟

$$1054 \quad (۲)$$

$$1022 \quad (۴)$$

$$990 \quad (۱)$$

$$1045 \quad (۳)$$

- ۴۷ - سطح یک استخر کم عمق بخسته است. فرض کنید عمق آب و ضخامت بخ چنان است که انتقال گرما عمدتاً از سطح بالایی بخ و کف استخر انجام می‌شود. ضخامت لایه بخ  $\delta$  و ضخامت لایه آب زیر بخ  $\Delta$  است. دمای هوای بالای استخر  $0^\circ\text{C}$  و دمای کف استخر  $4^\circ\text{C}$  است. رسانندگی گرمایی بخ و آب را به ترتیب  $k_1$  و  $k_2$  در نظر بگیرید.  $\frac{\delta}{\Delta}$  چقدر باشد تا مقادیر  $\delta$  و  $\Delta$  ثابت بمانند؟

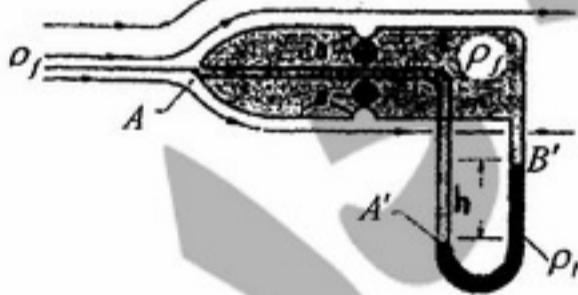
$$\frac{\delta k_1}{\Delta k_2} \quad (۲)$$

$$\frac{\Delta k_2}{\delta k_1} \quad (۴)$$

$$\frac{\theta k_1}{\delta k_2} \quad (۱)$$

$$\frac{\delta k_2}{\theta k_1} \quad (۳)$$

- ۴۸ - در شکل زیر لوله «پیتو» به صورت شماتیکی نشان داده شده است. این وسیله اساس اندازه‌گیری تندي حرکت کشتی‌ها نسبت به آب و یا هواپیماها نسبت به هوا می‌باشد. هر گاه این وسیله با تندي  $\gamma$  در سیال با چگالی  $\rho_f$  در حال حرکت باشد، سیال وارد شده از روزنه A در نقطه A' ساکن می‌گردد. در حالی که سیال عبور کرده از کنار روزنه B اصلًا وارد دستگاه نمی‌شود. اختلاف فشار بین دو نقطه A' و B' با اختلاف ارتفاع  $h$  و مایع ویژه‌ای در درون دستگاه به چگالی  $\rho_l$  اندازه‌گیری می‌شود. تندي  $\gamma$  کدام است؟ (نقاط A و B تقریباً هم ارتفاع هستند.)



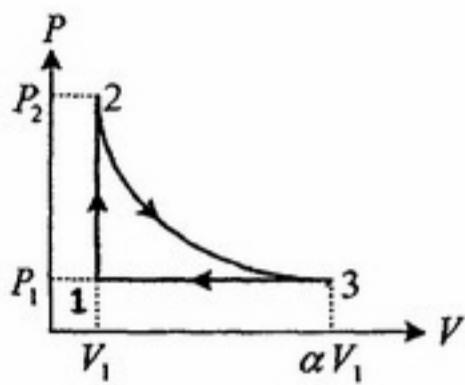
$$\sqrt{\frac{\rho_l gh}{\rho_f}} \quad (۱)$$

$$\sqrt{\frac{\rho_f gh}{\rho_l}} \quad (۲)$$

$$\sqrt{\frac{\rho_l gh}{\rho_f}} \quad (۳)$$

$$\sqrt{\frac{\rho_f gh}{\rho_l}} \quad (۴)$$

- ۴۹- یک ماشین گرمایی با گاز ایده‌آلی به ضریب اتمیسیته  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  در یک چرخه سه مرحله‌ای تک حجم (۱ به ۲) و بی‌دررو (۲ به ۳) و تکفسار (۳ به ۱) که همگی برگشت‌پذیراند، کار می‌کند. بازده این ماشین کدام است؟



$$1 - \frac{\gamma}{(\alpha^\gamma + 1)} \quad (1)$$

$$1 - \frac{\gamma(\alpha - 1)}{(\alpha^\gamma - 1)} \quad (2)$$

$$1 - \frac{\gamma}{(\alpha + 1)} \quad (3)$$

$$1 - \frac{(\alpha - 1)}{(\alpha^\gamma - 1)} \quad (4)$$

- ۵۰- یک قطعه سنگ با وزن  $mg$  و گرمای ویژه در فشار ثابت  $C_p$  در منطقه‌ای کوهستانی به دمای مطلق  $T_0$  از ارتفاع بلند  $h$  به عمق یک درجه سقوط کرده و در آنجا ساکن می‌گردد. (زمان برخورد با زمین چنان کوتاه است که این قطعه سنگ فرصت مبادله گرمای با اطرافش را ندارد). تغییر آنتروپی جهان در اثر این اتفاق چقدر است؟ (فشار هوا را ثابت فرض کنید).

$$mc_p \ln\left(1 - \frac{gh}{c_p T_0}\right) \quad (1) \text{ صفر}$$

$$mc_p \ln\left(1 + \frac{gh}{c_p T_0}\right) \quad (2)$$

$$\frac{mgh}{T_0} \quad (3)$$

-۵۱ دو ذره هر کدام با جرم سکون  $m_0$  روی یک امتداد مستقیم در جهات مخالف یکدیگر حرکت می‌کنند. یکی با تندی

$v_1 = \beta c$  و دیگری با تندی  $v_2 = 2\beta c$  است، اگر در برخورد رو در رو این دو ذره نابود و ذره جدیدی با جرم سکون  $M_0$  بوجود بیاید، مقدار  $M_0$  بر حسب  $m_0$ ,  $\beta$  کدام است؟ (در این برخورد اتلاف انرژی وجود ندارد.)

$$m_0 \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}} \quad (1)$$

$$\sqrt{2} m_0 \sqrt{1 + \frac{1 + 2\beta^2}{\sqrt{(1 - \beta^2)(1 - 4\beta^2)}}} \quad (2)$$

$$m_0 \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{1 - 4\beta^2}}} \quad (3)$$

$$\sqrt{2} m_0 \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{1 - 4\beta^2}}} \quad (4)$$

-۵۲ در چارچوب مرجع S حادثه اول در نقطه‌ای از فضا – زمان به مختصات  $(ct_1 = 4, x_1 = 3, y_1 = 2, z_1 = 1)$  و حادثه دوم در نقطه‌ای از فضا – زمان به مختصات  $(ct_2 = 7, x_2 = 4, y_2 = 2, z_2 = 1)$  روی داده‌اند. اعداد داده شده بر حسب متر هستند، کدام گزینه صحیح است؟

(۱) چارچوب مرجع لختی وجود دارد که در آن دو حادثه به طور هم مکان دیده می‌شوند.

(۲) چارچوب مرجع لختی وجود دارد که در آن دو حادثه به طور هم زمان دیده می‌شوند.

(۳) چارچوب مرجع لختی وجود دارد که در آن دو حادثه با یک علامت نوری با یکدیگر ارتباط دارند.

(۴) هیچ چارچوب مرجعی وجود ندارد که در آن دو حادثه به یکی از صورت‌های فوق با هم ارتباط داشته باشد.

-۵۳ در خشنده‌گی نور یک ستاره  $W = 4 \times 10^{+28}$  و دمای سطح آن از قانون جاچایی «وین» بصورت  $T = 0,0029 \text{ m.K}$  بدست می‌آید. در طیف نور ستاره  $\lambda_{\text{max}} = 2900 \text{ Å}$  اندازه‌گیری شده است. ثابت «استفان-

بولتزمان»  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$  می‌باشد. شعاع ستاره تقریباً چند کیلومتر است؟

(۱) سیصد هزار

(۲) چهار میلیون

(۳) سه میلیون

(۴) چهارصد هزار

-۵۴ یک منبع رادیواکتیو نیمه عمری در حدود ۲ ساعت دارد. در ابتدا، این منبع تابشی دارد که ۶۴ برابر حد استاندارد سلامت است. چه مدت بعد از آن می‌توان در نزدیکی این منبع قرار گرفت بطوری که سلامتی کاربر به خطر نیافتد؟

(۱) ۶ ساعت

(۲) دو روز

(۳) یک روز

(۴) ۱۲ ساعت

-۵۵ در تلاشی آلفا هسته ساکن  $X$  به هسته  $Y$  بصورت  $\frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A-f}{Z-f}Y + \alpha$  تبدیل می شود. اگر انرژی های جنبشی هسته  $Y$  و ذره آلفا غیرنسبی باشند، انرژی جنبشی ذره آلفا کدام است؟ ( $m_X$  جرم دقیق هسته  $X$  و  $m_Y$  جرم دقیق هسته  $Y$  و  $m_\alpha$  جرم دقیق هسته  $\alpha$  است).

$$(1 - \frac{f}{A})(m_X - m_Y - m_\alpha)c^2 \quad (1)$$

$$(m_X - m_Y - m_\alpha)c^2 \quad (2)$$

$$\frac{f}{A}(m_X - m_Y - m_\alpha)c^2 \quad (3)$$

$$(\frac{A}{A-f})(m_X - m_Y - m_\alpha)c^2 \quad (4)$$

-۵۶ ذرهای به جرم  $m$  در مسیر دایره‌ای در پتانسیل مرکزی  $U(r) = \frac{k r^\gamma}{r}$  حرکت می‌کند. با استفاده از قاعده کوانتش بوهر، شعاع و انرژی تراز  $n\hbar$  این ذره چقدر است؟

$$n\hbar\sqrt{\frac{k}{m}}, n\sqrt{\frac{\hbar}{\sqrt{mk}}} \quad (1)$$

$$n\hbar\sqrt{\frac{k}{m}}, \sqrt{\frac{n\hbar}{\sqrt{mk}}} \quad (2)$$

$$\gamma n\hbar\sqrt{\frac{k}{m}}, \sqrt{\frac{n\hbar}{\gamma\sqrt{mk}}} \quad (3)$$

$$\gamma n\hbar\sqrt{\frac{k}{m}}, \sqrt{\frac{\gamma n\hbar}{\sqrt{mk}}} \quad (4)$$

-۵۷ هر گاه A و B دو عملگر با خاصیت‌های  $c^{i\alpha A}, e^{i\beta B}$  باشد، جایجاگر  $[A, B] = A^\gamma = B^\gamma = 1$  با دو عدد حقیقی  $\alpha$  و  $\beta$  چقدر است؟

$$\frac{1}{2} \left[ \cos\left(\frac{\alpha+\beta}{\gamma}\right) - \cos\left(\frac{\alpha-\beta}{\gamma}\right) \right] \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} e^{i \frac{\alpha-\beta}{\gamma}} AB \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} e^{i \frac{\alpha+\beta}{\gamma}} \quad (3)$$

$$\frac{1}{2} \left[ \sin\left(\frac{\alpha+\beta}{\gamma}\right) - \sin\left(\frac{\alpha-\beta}{\gamma}\right) \right] AB \quad (4)$$

-۵۸ در چاه پتانسیل یک بعدی a = 2 nm و  $V_0 = 1$  eV. که در آن  $V(x) = \begin{cases} \infty & x < 0 \\ -V_0 & 0 \leq x \leq a \\ 0 & x > a \end{cases}$  است یک الکترون

چند حالت مقید ( $E < 0$ ) ممکن است داشته باشد؟ ( $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$  kg)

$$\sqrt{\frac{2mV_0a^2}{\hbar^2}} - q^2a^2 = -qa \cot q a \quad \text{و شرط ویژه مقدار } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$q^2 = \frac{2m}{\hbar^2} (V_0 + E) \quad (1)$$

۲ (۲)

۱ (۳)

۴ (۴)

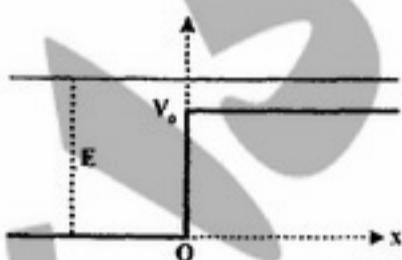
-۵۹ پله پتانسیلی مانند شکل زیر در نظر بگیرید. طیف باریکه‌ای از ذرات با انرژی  $E > V_0$  (E >  $V_0$ ):

(۱) غیرتبهگن و پیوسته است.

(۲) تبهگن و گستته است.

(۳) تبهگن و پیوسته است.

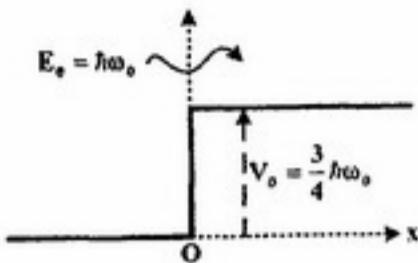
(۴) غیرتبهگن و گستته است.



-۶۰ ذره‌ای به جرم  $m$  و انرژی  $E_0 = \hbar\omega_0$  در حین حرکت یک بعدی خود، ناگهان به یک سد پتانسیل به ارتفاع

$V_0 = \frac{3}{4}\hbar\omega_0$  برخورد می‌کند. احتمال عبور ذره از این سد چقدر است؟  $R$  نسبت دامنه موج بازتابی به موج تابشی برابر

$$k' = \sqrt{\frac{2m(E_0 - V_0)}{\hbar^2}}, k_0 = \sqrt{\frac{2mE_0}{\hbar^2}} \text{ که } R = \left( \frac{k_0 - k'}{k_0 + k'} \right) \text{ است با:}$$



- ۱)  $\frac{2}{3}$   
۲)  $\frac{1}{3}$   
۳)  $\frac{1}{9}$   
۴)  $\frac{8}{9}$

-۶۱ کت حالت پایه ذره‌ای که با هامیلتونی  $H = E_0 \begin{pmatrix} -1 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$  توصیف می‌گردد در پایه و  $|e_2\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, |e_1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$$|e_3\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ کدام است؟}$$

$$\frac{2}{3}|e_1\rangle + \frac{1}{3}|e_2\rangle - \frac{2}{3}|e_3\rangle \quad (1)$$

$$\frac{2}{3}|e_1\rangle - \frac{2}{3}|e_2\rangle + \frac{1}{3}|e_3\rangle \quad (2)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}}|e_1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|e_2\rangle \quad (3)$$

$$\frac{1}{3}|e_1\rangle + \frac{2}{3}|e_2\rangle + \frac{2}{3}|e_3\rangle \quad (4)$$

-۶۲ هامیلتونی یک ذره فرمیون به صورت  $H = \epsilon_0 X \hat{X}^\dagger$  است که عملگر فرمیونی  $X$  در دو رابطه  $X^\dagger = 0$  و  $X^\dagger X + X X^\dagger = 1$  صدق می‌کند. با محاسبه  $H^\dagger$  بر حسب  $H$  مقادیر ویژه انرژی این ذره کدام یک از مقادیر زیر می‌تواند باشد؟

- ۱) صفر و  $\epsilon_0$   
۲)  $\pm \epsilon_0$   
۳)  $\pm \frac{1}{2}\epsilon_0$   
۴)  $\pm 2\epsilon_0$

- ۶۳- الکترونی درون چاه پتانسیل کروی نامتناهی ( $V(r)$ ) قرار دارد:

$$V(r) = \begin{cases} 0 & a < r < 2a \\ \infty & \text{بقیه نقاط} \end{cases}$$

اگر  $p(r)dr$  احتمال یافتن شدن الکترون بین  $r + dr$  و  $r$  به ازای  $\theta = 1$  باشد،  $(p(r))$  کدام است؟

$$\frac{\pi a}{r^2} \sin^2 \frac{n\pi(r-a)}{2a} \quad (1)$$

$$\frac{\pi}{a} \sin^2 \frac{n\pi(r-a)}{a} \quad (2)$$

$$\frac{\pi a}{r^2} \sin^2 \frac{n\pi(r-a)}{a} \quad (3)$$

$$\frac{\pi}{a} \sin^2 \frac{n\pi(r-a)}{2a} \quad (4)$$

- ۶۴- اگر  $\psi_{nlm}$  ویژه تابع انرژی اتم هیدروژن باشد مقدار چشیداشتی عملگر  $L_x^2$  در این حالت چقدر است؟

$$\frac{\hbar^2}{r^2} [l^2 - m^2 + m] \quad (1)$$

$$\frac{\hbar^2}{r^2} [l^2 - m^2 + l] \quad (2)$$

(3) صفر

$$\frac{\hbar^2}{r^2} [l^2 - m^2 + l + m] \quad (4)$$

- ۶۵- تابع موج الکترون در تراز 1s اتم هیدروژن به صورت  $\Psi_{100} = (\pi a_0^2)^{-1/2} e^{-r/a_0}$  است. مقدار چشیداشتی  $\frac{1}{r}$  برای این الکترون کدام است؟

$$\frac{1}{2a_0} \quad (1)$$

$$\frac{\pi}{a_0} \quad (2)$$

$$\frac{2}{a_0} \quad (3)$$

$$\frac{1}{a_0} \quad (4)$$

۶۶- ذره‌ای با اسپین  $\frac{\hbar}{2}$  و تکانه زاویه‌ای مداری  $l\hbar$  در نظر بگیرید. عملکر تکانه زاویه‌ای کل این ذره از روی قاعده جمع  $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$  به دست می‌آید. هر چاه دو عدد حقیقی  $\alpha$  و  $\beta$  در رابطه  $\alpha\vec{L} + \beta\vec{S} = \gamma\vec{J}$  معلوم باشند، عدد حقیقی  $\gamma$  بر حسب این دو کدام است؟

$$\left( \frac{\alpha + \beta}{2} \right) \mp \frac{\alpha - \beta}{2l+1} \quad (1)$$

$$\beta \mp \frac{\beta - \alpha}{2l+1} \quad (2)$$

$$\alpha \mp \frac{\beta - \alpha}{2l+1} \quad (3)$$

$$\alpha + \beta \mp \frac{\alpha - \beta}{2l+1} \quad (4)$$

۶۷- کف چاه پتانسیل بینهایتی به شکل  $V(x) = V_0 \sin\left(\frac{\pi x}{b}\right)$  که در آن  $0 \leq x \leq b$  در آمده است. این چاه در ابتدا به شکل

$$V(x) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq b \\ \infty & \text{جاهاي ديگر} \end{cases}$$

$$\frac{4V_0}{\pi} \left( \frac{4n^2}{4n^2 - 1} \right) \quad (5)$$

$$\frac{4V_0}{\pi} \left( \frac{4n^2}{4n^2 - 1} \right) \quad (1)$$

$$\frac{4V_0}{\pi} \left( \frac{4n^2}{4n^2 - 1} \right) \quad (3)$$

۶۸- دو الکترون هر یک به جرم  $m_e$  در نظر بگیرید که حالت اسپینی یکسانی دارند و تحت پتانسیل یک بعدی

$$V(|x_1 - x_2|) = \begin{cases} -V_0 & 0 \leq |x_1 - x_2| \leq a \\ \infty & \text{جاهاي ديگر} \end{cases}$$

قرار دارند. پایین ترین تراز انرژی حالت سیستم دو الکترونی کدام است؟ فرض کنید عدد موج دو بروی مربوط به تکانه کل دو الکtron K است.

$$\frac{\delta\hbar^2}{m_e a^2} + \frac{\hbar^2 K^2}{4m_e} - V_0 \quad (2)$$

$$\frac{\delta\hbar^2}{m_e a^2} + \frac{\hbar^2 K^2}{4m_e} + V_0 \quad (1)$$

$$\frac{\hbar^2}{4m_e a^2} + \frac{\hbar^2 K^2}{4m_e} - V_0 \quad (4)$$

$$\frac{\hbar^2}{4m_e a^2} + \frac{\hbar^2 K^2}{4m_e} + V_0 \quad (3)$$

-۶۹- توزیعی از بار الکتریکی در فضای سه بعدی پتانسیل الکتریکی با تقارن کروی  $V(r) = V_0 \frac{e^{-k_0 r}}{k_0 r}$  را به وجود آورده است.

مقدار کل بار الکتریکی این توزیع بار کدام است؟  $V_0$  و  $k_0$  مقادیر ثابت مثبتی هستند.

$$8\pi\epsilon_0 \frac{V_0}{k_0} \quad (1)$$

$$-4\pi\epsilon_0 \frac{V_0}{k_0} \quad (2)$$

(3) صفر

$$4\pi\epsilon_0 \frac{V_0}{k_0} \quad (4)$$

-۷۰- بار الکتریکی  $Q$  به طور یکنواخت درون حجم کره ای به شعاع  $R$  توزیع شده است. انرژی کل الکتروستاتیکی حاصل از میدان الکتریکی که این توزیع بار در فضای اطراف خود از مرکز کره تا بینهایت ایجاد می‌کند را برابر  $U_{es}$  می‌گیریم. انرژی کل خود دافعه کولمبی که لایه‌های مختلف این کره باردار به وجود می‌آورند را  $U_{sr}$  می‌گیریم. تفاوت این دو انرژی  $\Delta U = U_{es} - U_{sr}$  کدام است؟

(1) صفر

$$\frac{2}{5} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R} \quad (2)$$

$$-\frac{2}{5} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R} \quad (3)$$

$$\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R} \quad (4)$$

-۷۱- بار نقطه‌ای  $q$  را در فاصله  $d$  از یک صفحه رسانای نامتناهی متصل به زمین در نظر بگیرید. اگر مختصات این بار نقطه‌ای

(d, 0, 0) باشد،  $R$  شعاع دایره فرضی به مرکز مبدأ مختصات بر روی صفحه رسانا چقدر باشد به طوری که  $\frac{1}{5}$  کل بار صفحه

رسانا در داخل این دایره فرضی باشد؟

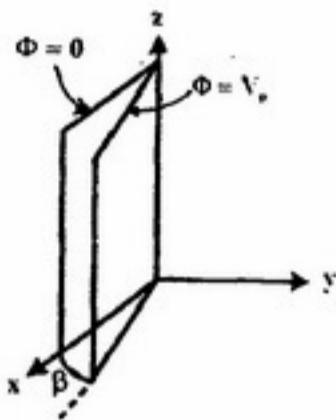
$$\frac{1}{5}d \quad (1)$$

$$\frac{3}{4}d \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{39}}{8}d \quad (3)$$

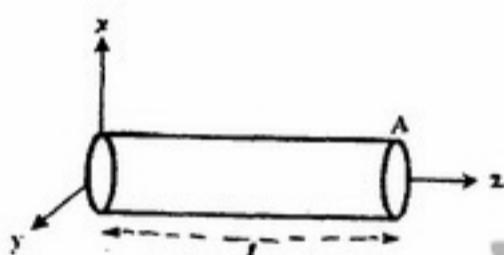
$$\frac{\sqrt{19}}{9}d \quad (4)$$

- ۷۲ یک خازن از دو صفحه مسطح نیمه نامتناهی که زاویه بین آنها  $\beta$  است تشکیل شده است. یکی از دو صفحه خازن در پتانسیل صفر و دیگری در پتانسیل ثابت  $V_0$  نگه داشته شده است. میدان الکتریکی در ناحیه میان صفحات خازن کدام است؟ ( $\hat{\rho}$  و  $\hat{\phi}$  بردار یکه‌های مربوط به مختصات استوانه‌ای  $\rho$  و  $\phi$  است).



$$\begin{aligned} & -\frac{V_0}{\beta \rho} \hat{\rho} \quad (1) \\ & -\frac{V_0 \phi}{\beta \rho} \hat{\phi} \quad (2) \\ & -\frac{V_0 \beta}{\rho} \hat{\rho} \quad (3) \\ & -\frac{V_0}{\beta \rho} \hat{\phi} \quad (4) \end{aligned}$$

- ۷۳ یک میله باردار به طول  $l$  و سطح مقطع  $A$  مطابق شکل روی محور  $z$  قرار دارد و چگالی بار آن  $\rho = \alpha(z - \frac{l}{2})$  است. معانی دو قطبی الکتریکی آن کدام است؟  $\alpha$  مقدار ثابتی است.



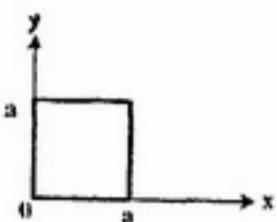
$$\begin{aligned} & \frac{1}{12} I^2 \alpha A (\hat{j} + \hat{k}) \quad (1) \\ & \frac{1}{3} I^2 \alpha A \hat{k} \quad (2) \\ & \frac{1}{12} I^2 \alpha A \hat{k} \quad (3) \\ & \frac{1}{3} I^2 \alpha A (\hat{j} + \hat{k}) \quad (4) \end{aligned}$$

- ۷۴ یک کره فلزی به شعاع  $R_0$  که به پتانسیل الکتریکی ثابت  $V_0$  متصل است به یک کره عایق دی الکتریک به شعاع  $a$  و ضریب قطبش‌پذیری ملکولی  $\alpha$  که در فاصله بسیار زیاد  $r >> R_0$  از آن قرار دارد چه نیروی وارد می‌سازد؟

$$\begin{aligned} & 1) \text{ نیروی دافعه} \frac{4\alpha R_0^2 V_0^2}{r^5} \\ & 2) \text{ نیروی دافعه} \frac{2\alpha R_0^2 V_0^2}{r^5} \\ & 3) \text{ نیروی جاذبه} \frac{4\alpha R_0^2 V_0^2}{r^5} \\ & 4) \text{ نیروی جاذبه} \frac{2\alpha R_0^2 V_0^2}{r^5} \end{aligned}$$

- ۷۵- نیروی محرکه القائی در مدار بسته مربعی شکل به ضلع  $a$  وقتی خطوط شار میدان مغناطیسی متغیر با زمان

$$\vec{A}(t) = \frac{B_0}{a} xy \left( \cos^2(\omega_0 t) \hat{e}_x + \sin^2(\omega_0 t) \hat{e}_y \right) \quad \text{از آن می‌گذرد، کدام است؟}$$



$$B_0 \omega_0 a^2 \cos \omega_0 t \quad (1)$$

$$B_0 \omega_0 a^2 \sin 2\omega_0 t \quad (2)$$

$$B_0 \omega_0 a^2 \sin \omega_0 t \quad (3)$$

$$B_0 \omega_0 a^2 \cos 2\omega_0 t \quad (4)$$

- ۷۶- ذره بارداری با انرژی جنبشی ثابت  $K$  در یک صفحه (صفحه XY) در حال حرکت است. این ذره ناگهان وارد ناحیه‌ای از فضا می‌گردد که میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت  $B$  عمود بر صفحه حرکت آن (راستای Z) وجود دارد و بر آن اثر می‌کند. گشتوار دو قطبی مغناطیسی که از این وضعیت به وجود می‌آید کدام است؟

$$(1) \frac{K}{B_0} \text{ در همان امتداد میدان مغناطیسی}$$

$$(2) \frac{K}{B_0} \text{ در همان امتداد میدان مغناطیسی}$$

$$(3) \frac{K}{B_0} \text{ مخالف امتداد میدان مغناطیسی}$$

$$(4) \frac{K}{B_0} \text{ مخالف امتداد میدان مغناطیسی}$$

- ۷۷- دو مدار جفت شده دارای خودالقایی  $I_1$  و  $I_2$  و ضریب القاء متقابل  $M_{12}$  می‌باشند. جریان دو حلقه به ترتیب  $I_1$  و  $I_2$  است. نسبت  $\frac{I_1}{I_2}$  چقدر باشد تا انرژی مغناطیسی ذخیره شده  $W_2$  به حداقل برسد؟

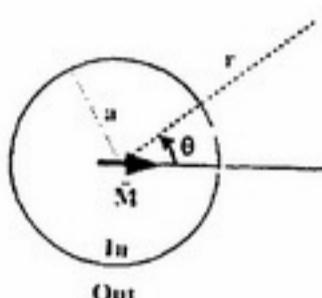
$$-\frac{M_{12}}{L_1} \quad (1)$$

$$-\frac{L_2}{L_1} \quad (2)$$

$$-\frac{M_{12}}{L_2} \quad (3)$$

$$\frac{L_1}{L_2} \quad (4)$$

- ۷۸- یک کره فرومغناطیس با شعاع  $a$  و مغناطش ثابت  $\vec{M} = M_0 \hat{k}$  در خلاء قرار دارد. میدان مغناطیسی درون و بیرون کره کدام است؟



$$\vec{B}_{\text{in}} = \frac{\gamma}{r} M_0 \mu_0 (\hat{k} + \cos \theta \hat{r}), \quad \vec{B}_{\text{out}} = \frac{\mu_0}{r} \frac{M_0 a^2}{r} (\gamma \cos \theta \hat{r} + \sin \theta \hat{\theta}) \quad (1)$$

$$\vec{B}_{\text{in}} = \frac{\gamma}{r} \mu_0 M_0 (\hat{k} + \sin \theta \hat{\theta}), \quad \vec{B}_{\text{out}} = \frac{\gamma \mu_0}{r} \frac{M_0 a^2}{r} (\gamma \cos \theta \hat{r} + \sin \theta \hat{\theta}) \quad (2)$$

$$\vec{B}_{\text{in}} = \frac{\gamma}{r} \mu_0 \vec{M}, \quad \vec{B}_{\text{out}} = \frac{\mu_0}{r} \frac{M_0 a^2}{r} (\gamma \cos \theta \hat{r} + \sin \theta \hat{\theta}) \quad (3)$$

$$\vec{B}_{\text{in}} = \frac{1}{r} \mu_0 \vec{M}, \quad \vec{B}_{\text{out}} = \frac{\gamma \mu_0}{r} \frac{M_0 a^2}{r} (\cos \theta \hat{r} + \sin \theta \hat{\theta}) \quad (4)$$

- ۷۹- در یک محیط همگن، همسانگرد و غیرمغناطیسی که رسانندگی آن  $g$  و جریان‌های آن پایا است، کدام عبارت همواره درست است؟

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = 0 \quad (1)$$

$$\nabla^T \vec{E} = 0 \quad (2)$$

$$\nabla^T \vec{B} = 0 \quad (3)$$

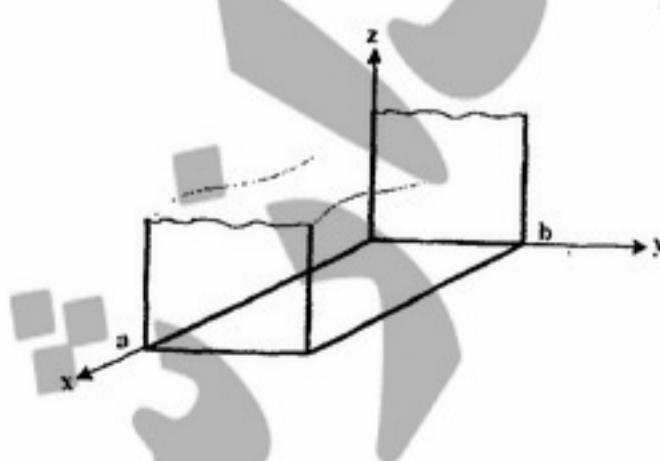
$$\vec{\nabla} \times \vec{E} \neq 0 \quad (4)$$

- ۸۰- شکل رو به رو یک موج بر مکعب مستطیلی هادی کامل با مقطع مستطیل شکل با طول  $a$  و عرض  $b$  ( $a > b$ ) را نشان می‌دهد.

موج عرضی TE الکترومغناطیسی (یعنی  $B_x = B_y = 0$  و  $E_z = 0$ ) گذرنده از این موج بر را به صورت زیر:

$$B_z(x, y, z, t) = X(x).Y(y)e^{i(k_z z - \omega_t t)}$$

در نظر بگیرید. سرعت انتقال انرژی الکترومغناطیسی در این موج بر بر حسب  $\omega_{MN}$  برای اعداد  $M$  و  $N$  کدام است؟

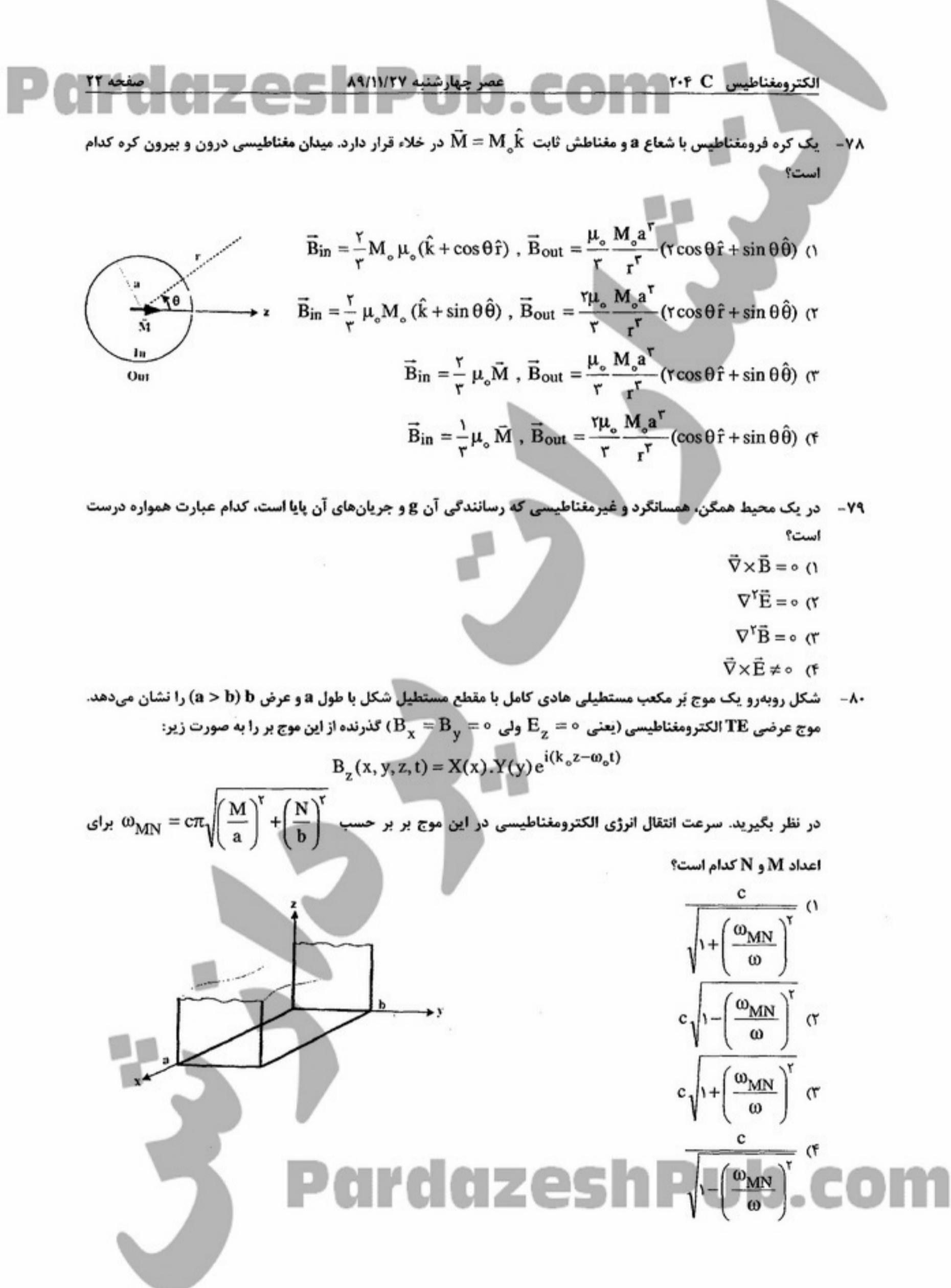


$$\frac{c}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega_{MN}}{\omega}\right)^2}} \quad (1)$$

$$c \sqrt{1 - \left(\frac{\omega_{MN}}{\omega}\right)^2} \quad (2)$$

$$c \sqrt{1 + \left(\frac{\omega_{MN}}{\omega}\right)^2} \quad (3)$$

$$\frac{c}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega_{MN}}{\omega}\right)^2}} \quad (4)$$



-۸۱ یک پرتاپه با سرعت اولیه  $\bar{V}_0$  از سطح زمین پرتاپ می‌شود. مقاومت هوا به صورت  $b\bar{V}$  (مقدار ثابت مثبت و  $b$  بردار سرعت) است. اگر  $V_{oy} = \frac{\gamma V_0}{g}$  و  $\gamma = \frac{b}{M}$  مؤلفه سرعت اولیه در راستای قائم باشد، مدت زمان بازگشت پرتاپه

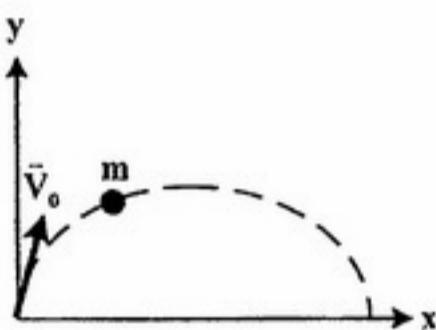
به سطح زمین تا مرتبه اول از  $\frac{\gamma V_0}{g}$  کدام است؟

$$t = \frac{\gamma V_0}{g} \quad (1)$$

$$t = \frac{\gamma V_0}{g} \left( 1 - \frac{\gamma V_0}{\gamma g} \right) \quad (2)$$

$$t = \frac{\gamma V_0}{g} \left( 1 + \frac{\gamma V_0}{\gamma g} \right) \quad (3)$$

$$t = \frac{\gamma V_0}{g} \left( 1 - \frac{\gamma V_0}{g} \right) \quad (4)$$



-۸۲ آیا ذره‌ای به جرم  $m$  که در حرکت یک بعدی خود تحت تأثیر تابع پتانسیل  $V(x) = -V_0 \left( \frac{x}{a} - 1 \right) e^{-\frac{x}{a}}$  و  $a$  مقدار ثابت مثبت هستند) قرار دارد، دارای نقطه تعادل پایدار است یا خیر؟ و اگر پاسخ مثبت است (۱) فرکانس زاویه‌ای حرکات

نوسانی بسیار کم انرژی این ذره در اطراف نقطه مزبور کدام است؟

$$(2) آری با \frac{1}{a} \sqrt{\frac{V_0}{m}}$$

$$(1) آری با \frac{1}{ea} \sqrt{\frac{V_0}{m}}$$

(۴) خیر فقط نقطه تعادل ناپایدار دارد.

(۳) خیر اصلًا نقطه تعادل ندارد.

-۸۳ گلوله جامد و توپری با گشتاور لختی  $\frac{2}{5}mr^2$  جرم گلوله و  $2$  ساعت آن است) از ارتفاع  $h$  بالای سطح شیبدار ثابتی که با

افق زاویه  $\theta$  می‌سازد و درون یک ظرف پر از آب قرار دارد با حرکت غلتی خالص و بدون لغزیدن (بدون سریدن) به پائین

می‌آید. نسبت چگالی آب به چگالی گلوله عدد  $1 < \beta = \frac{\rho_w}{\rho_s}$  کوچکتر از یک است. به علت اینکه تندي حرکت گلوله زیاد

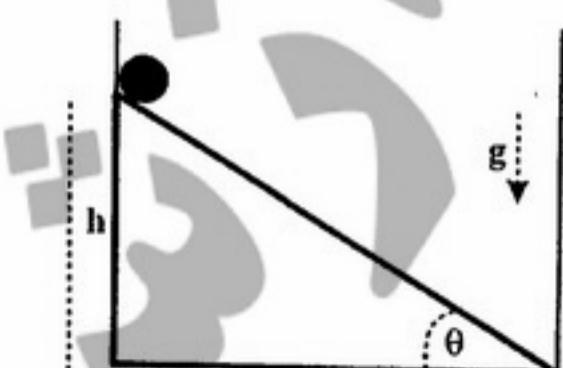
نیست نیروی چسبندگی گلوله به آب ناچیز و قابل صرفنظر کردن است. بعد از چه مدت زمان  $\Delta t$  گلوله به پائین‌ترین نقطه سطح شیبدار می‌رسد؟

$$\frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{vh}{\Delta g(1-\beta)}} \quad (1)$$

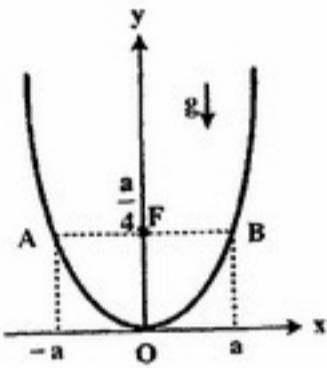
$$\frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{vh}{\Delta g\beta}} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{14h}{\Delta g\beta}} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{14h}{\Delta g(1-\beta)}} \quad (4)$$

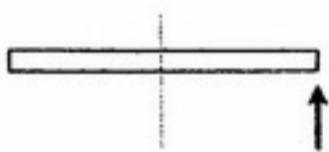


- ۸۴ سیمی را به شکل سه‌بعدی به معادله  $x^2 = 4ay$  مطابق شکل در نظر بگیرید ( $a > 0$ ). دانه‌ای به جرم  $m$  را که مقید به حرکت روی این سیم و در معرض میدان گرانشی قائم (امتداد محور  $y$ ) زمین است از نقطه A روی این سیم و از حال سکون رها می‌سازیم تا بدون اصطکاک روی سیم حرکت لغزشی نماید. نیروی عکس العمل سیم به این دانه در نقطه O پائین‌ترین نقطه سیم چند  $mg$  (به سمت بالا) است؟



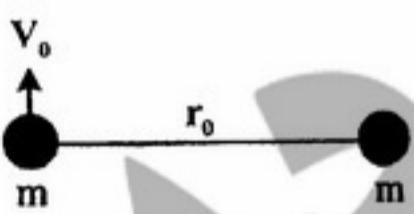
- (۱)  $\frac{5}{4}$   
 (۲)  $\frac{4}{3}$   
 (۳)  $\frac{2}{3}$   
 (۴)  $\frac{3}{2}$

- ۸۵ یک میله باریک فلزی با توزیع یکنواخت جرم در طول آن روی سطح صاف و بدون اصطکاک یک میز افقی قرار دارد. در یک فاصله زمانی بسیار کوتاه یک ضربه عمود بر امتداد میله بر یک انتهای این میله وارد می‌آید. نسبت انرژی جنبشی حرکت دورانی (زاویه‌ای) به انرژی جنبشی حرکت انتقالی (خطی) در این میله چند است؟



- (۱)  $\frac{3}{4}$   
 (۲)  $\frac{1}{6}$   
 (۳)  $\frac{6}{5}$   
 (۴)  $\frac{2}{3}$

- ۸۶ دو ذره یکسان به فاصله  $r_0$  از هم قرار دارند و در ابتدایکی از آن دو ساکن و دیگری با سرعت  $v_0$  عمود بر خط واصل آن حرکت می‌کند. اگر این دو ذره فقط تحت تأثیر نیروی جاذبه گرانشی یکدیگر حرکت کنند به ازای چه مقادیری از  $v_0$  حرکت دو ذره بیپسی یا دایره است؟

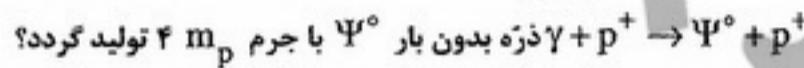


- (۱)  $v_0 < \sqrt{\frac{GM}{r_0}}$   
 (۲)  $v_0 > \sqrt{\frac{GM}{r_0}}$   
 (۳)  $v_0 < 2\sqrt{\frac{GM}{r_0}}$   
 (۴)  $v_0 > 2\sqrt{\frac{GM}{r_0}}$

- ۸۷ اگر حرکت انتقالی زمین به طور ناگهانی متوقف شود تقریباً چه مدت طول می‌کشد تا با خورشید بخورد کند؟

- (۱) ۵ روز  
 (۲) ۱۵ روز  
 (۳) ۶۵ روز  
 (۴) ۳۵ روز

-۸۸- ماکزیمم طول موج  $\lambda_{\max}$  یک ذره فوتون تابیده به یک پروتون ساکن در آزمایشگاه چند فرمی باشد تا در واکنش ذرهای



- ۱) ۱۱  
۲) ۱/۱  
۳) ۰/۰ ۱۱  
۴) ۰/۱ ۱

-۸۹- یک قطعه شهاب سنگ روی یک امتداد اولیه با تنیدی  $v_0$  به سمت خورشید حرکت می‌کند به طوری که اگر نیروی گرانش وجود نمی‌داشت (اگر  $G = ۰$  می‌بود) این شهاب سنگ روی آن امتداد خط مستقیم و با فاصله می‌نمایم  $D_0$  از کنار خورشید رد می‌شد. ولی با وجود نیروی گرانش مسیر این شهاب سنگ یک سهمی با می‌نمایم فاصله  $D$  از خورشید خواهد بود. مقدار  $D$

$$D = \frac{GM_{\odot}}{v_0^2} + D_0$$

بر حسب  $v_0$  و  $M_{\odot}$  جرم خورشید) کدام است؟

- ۱)  $D_0 - D_1$   
۲)  $\sqrt{D_0^2 + D_1^2} - D_1$   
۳)  $\sqrt{D_0^2 + (2D_1)^2} - 2D_1$   
۴)  $D_0 - 2D_1$

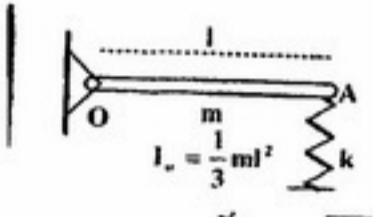
-۹۰- ذرهای به جرم  $m$  در یک بعد تحت اثر نیرویی به شکل زیر حرکت می‌کند:

$$F(x,t) = \frac{K}{x^2} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

که  $\tau$  و  $K$  ثابت و مشبّت‌اند و  $p_x$  تکانه مزدوج  $x$  می‌باشد. هامیلتونی سیستم کدام است و آیا هامیلتونی سیستم با انرژی کل آن یکسان است؟

$$H = \frac{p_x^2}{2m} + \frac{K}{x^2} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

- ۹۱- مطابق شکل، میله افقی **OA** (به طول  $l$  و جرم  $m$ ) می‌تواند حول **O** آزادانه دوران کند. در نقطه **A** فنری قائم با ثابت فنر  $K$  متصل است. اگر سیستم از حالت تعادل استاتیکی به نوسان درآید، بسامد طبیعی آن برای نوسانات کوچک کدام است؟



$$\sqrt{\frac{2K}{m}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{K}{m}} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{m}{2K}} \quad (3)$$

$$\sqrt{\frac{m}{K}} \quad (4)$$

- ۹۲- ذره متحرکی تحت تأثیر یک انرژی پتانسیل  $U(r)$  را در نظر می‌گیریم. هامیلتونی این ذره در چارچوب دوران کننده‌ای با سرعت زاویه‌ای  $\bar{\omega}$  حول محوری که از مرکز مختصات چارچوب ساکن (چارچوب آزمایشگاه) می‌گذرد و با علامت ستاره نشان داده می‌شود برابر است با:

$$H = \frac{1}{2}mv^{*2} + U(r^*) + \frac{1}{2}m(\bar{\omega} \times \vec{r}^*)^2 + m\vec{r}^* \cdot (\vec{v}^* \times \bar{\omega}) \quad (1)$$

$$H = \frac{1}{2}mv^{*2} + U(r^*) - \frac{1}{2}m(\bar{\omega} \times \vec{r}^*)^2 \quad (2)$$

$$H = \frac{1}{2}mv^{*2} + U(r^*) + \frac{1}{2}m(\bar{\omega} \times \vec{r}^*)^2 \quad (3)$$

$$H = \frac{1}{2}mv^{*2} + U(r^*) - \frac{1}{2}m(\bar{\omega} \times \vec{r}^*)^2 - m\vec{r}^* \cdot (\vec{v}^* \times \bar{\omega}) \quad (4)$$

-۹۳ کدام کمیت فزونور است؟

- (۱) فشار
- (۲) نیروی الکتروموتوری
- (۳) کشش سطحی
- (۴) قطبیش

-۹۴ لوله استوانه‌ای توخالی به شعاع درونی  $r_1 = 1\text{ cm}$  و شعاع بیرونی  $r_2 = 1.2\text{ cm}$  و ضریب رسانندگی گرمایی در واحد طول

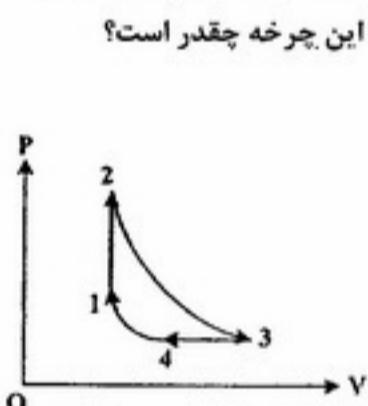
$$K = \frac{W}{K \cdot m} \quad t_2 = 27^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 77^\circ\text{C}$$

باشد تقریباً چند وات انرژی گرمائی در هر متر طول لوله از آن به بیرون فرار می‌کند؟

- (۱)  $1.6 \times 10^4$
- (۲)  $4.2 \times 10^5$
- (۳)  $2.2 \times 10^4$
- (۴)  $2.1 \times 10^5$

-۹۵ چرخه «سار جنت» با یک سیال غیر ایده‌آل که برای آن  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  بصورت زیر دارد و تحول



بی‌دررو  $3 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$  و دو تحول تک حجم  $2 \rightarrow 1$  و تکفار  $4 \rightarrow 3$  می‌باشد. بازده این چرخه چقدر است؟

- (۱)  $1 - \gamma \frac{T_f - T_i}{T_f - T_1}$
- (۲)  $1 - \gamma \frac{T_f - T_i}{T_f - T_2}$
- (۳)  $1 - \frac{T_f - T_i}{T_f - T_1}$
- (۴)  $1 - \frac{T_f - T_i}{T_f - T_2}$

-۹۶ گاز ایده‌آل  $NH_3$  از ملکولهایی بصورت چهار وجهی تشکیل شده است که کلیه درجات آزادی حرکت انتقالی، حرکت دورانی

و حرکت ارتعاشی را می‌تواند داشته باشد عدد  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  این گاز کدام است؟

- (۱)  $\frac{10}{9}$
- (۲)  $\frac{7}{6}$
- (۳)  $\frac{5}{3}$
- (۴)  $\frac{11}{9}$

-۹۷ در یک فرآیند بی درو در یک سیستم هیدروستاتیکی نمودار تغییرات انرژی درونی بر حسب حجم و نمودار آنتالپی بر حسب فشار به ترتیب ..... و ..... می باشد.

- (۱) صعودی - نزولی
- (۲) نزولی - نزولی
- (۳) نزولی - صعودی
- (۴) صعودی - صعودی

-۹۸ معادله حالت «دیتریچی» بصورت زیر با سه ثابت  $a_c$ ,  $b_c$ ,  $R$ , برای بیان حالت تعادل یک مول از سیالی است که دارای

گذارفاز است:  $P(v-b_c)e^{\frac{RT}{P_cv_c}} = RT$  که در آن  $P$  فشار،  $T$  دما و  $v$  حجم مولی است. هرگاه نقطه بحرانی این سیال دارای مختصات  $(P_c, v_c, T_c)$  باشد، مقدار عددی  $\frac{RT_c}{P_cv_c}$  برای این ماده تقریباً کدام است؟

- (۱) ۴,۳۰
- (۲) ۳,۴۲
- (۳) ۲,۷۰
- (۴) ۱,۲

- ۹۹ سه بردار  $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$  که در یک صفحه واقع نشده‌اند و حجم غیر صفر  $V = \vec{A} \cdot \vec{B} \times \vec{C}$  را به وجود می‌آورند در نظر بگیرید.  
هرگاه بردار  $\vec{D}$  ترکیب خطی با ضرایب عددی  $a$  و  $b$  و  $c$  از این سه بردار به صورت  $\vec{D} = a\vec{A} + b\vec{B} + c\vec{C}$  باشد، ضرایب  $a$  و  $b$  و  $c$  به ترتیب از راست به چپ کدامند؟

$$\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{\vec{D} \cdot \vec{C}}, \frac{\vec{C} \cdot \vec{A}}{\vec{D} \cdot \vec{B}}, \frac{\vec{B} \cdot \vec{C}}{\vec{D} \cdot \vec{A}} \quad (1)$$

$$\frac{\vec{D} \cdot \vec{C}}{\vec{A} \cdot \vec{B}}, \frac{\vec{D} \cdot \vec{B}}{\vec{C} \cdot \vec{A}}, \frac{\vec{D} \cdot \vec{A}}{\vec{B} \cdot \vec{C}} \quad (2)$$

$$\frac{|\vec{D}|}{|\vec{C}|}, \frac{|\vec{D}|}{|\vec{B}|}, \frac{|\vec{D}|}{|\vec{A}|} \quad (3)$$

$$\frac{\vec{D} \cdot \vec{A} \times \vec{B}}{V}, \frac{\vec{D} \cdot \vec{C} \times \vec{A}}{V}, \frac{\vec{D} \cdot \vec{B} \times \vec{C}}{V} \quad (4)$$

- ۱۰۰ با توجه به ماتریس  $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$ ، ویژه مقادیر ماتریس  $4A^{-1} + 2A + 2I$  که در آن ۱ ماتریس واحد می‌باشد برابر است با:

۱۵. ۶ (۱)

۷. ۱۵ (۲)

۱۲. ۹ (۳)

۱۵. ۹ (۴)

- ۱۰۱ با توجه به تعریف نماد «کریستوفل» به صورت  $\Gamma_{ij}^s = \frac{1}{2} g^{ks} \left( \frac{\partial g_{ik}}{\partial q^j} + \frac{\partial g_{jk}}{\partial q^i} - \frac{\partial g_{ij}}{\partial q^k} \right)$  برای دستگاه مختصات خمیده‌ای که جزء بسیار کوچک طول آن به صورت  $ds^r = a^r d\theta^r + a^r \sin^r \theta d\varphi$  است،  $\Gamma_{rr}^r$  کدام است؟ (θ مختصه اول و φ مختصه دوم است)

$\cot \theta$  (۱)

$-\sin \theta \cos \theta$  (۲)

$\sin \theta \cos \theta$  (۳)

$-\cot \theta$  (۴)

- ۱۰۲ مجموع سری مثلثاتی  $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{\sin(nx)}{n}$  کدام است؟

x (۱)

$\frac{x}{2}$  (۲)

$\frac{1}{2}$  (۳)

$\frac{x^r}{2}$  (۴)

- ۱۰۳ - تابع  $Z$  را به کدام شکل دیگر می‌توانیم بنویسیم؟  $Z$  یک متغیر مختلط است؟

$$\frac{i}{2} \ln\left(\frac{1+Z}{1-Z}\right) \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \ln\left(\frac{1+Z}{1-Z}\right) \quad (2)$$

$$\frac{i}{2} \ln\left(\frac{i+Z}{i-Z}\right) \quad (3)$$

$$\frac{1}{2} \ln\left(\frac{i+Z}{i-Z}\right) \quad (4)$$

- ۱۰۴ - گروه محدود چهار عنصری تحت عمل ضرب را به  $V$  نمایش می‌دهند. اگر این چهار عنصر را به ۱ (عنصر واحد ضرب) و  $a$  و  $b$  و  $c$  نشان دهیم دو ساختمان زیر برای این گروه پیشنهاد می‌شود که هر دو جایگاهی هستند:

ساختمان الف (گروه دوری cyclic group) و ساختمان ب (گروه غیردوری)

$$a^r = b^r = c^r = 1$$

$$a^r = b, a^r = ab = c, a^r = b^r = 1$$

$$ab = c, ac = b, bc = a$$

کدام یک از چهار عبارت زیر درست است؟

(۱) فقط دو ساختمان الف و ب برای گروه محدود چهار عنصری  $V$  وجود دارند.

(۲) فقط ساختمان ب بنتهایی برای گروه محدود چهار عنصری  $V$  وجود دارد.

(۳) فقط ساختمان الف بنتهایی برای گروه محدود چهار عنصری  $V$  وجود دارد.

(۴) علاوه بر دو ساختمان الف و ب یک ساختمان سوم دیگر که غیر جایگاهی است برای گروه محدود چهار عنصری  $V$  وجود دارد.

- ۱۰۵ - کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟ (در انتگرال‌های زیر  $C$  مسیر یک بعدی،  $S$  سطح و  $V$  حجم می‌باشد.)

$$\iint (\vec{\nabla} \times \vec{F}) \cdot d\vec{S} = 0 \quad (1)$$

$$\iiint (\vec{\nabla} \cdot \vec{A} + \vec{A} \cdot \vec{\nabla}) \vec{B} dV = \iint \vec{B} (\vec{A} \cdot d\vec{S}) \quad (2)$$

$$\iint \vec{\nabla} \Phi \cdot d\vec{S} = \oint \Phi dl \quad (3)$$

$$\iiint \vec{\nabla} \Phi dV = \iint \Phi d\vec{S} \quad (4)$$

- ۱۰۶ - حاصل انتگرال  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ax}}{1+e^x} dx$  با  $a < 1$  ۰ کدام است؟

$$\frac{\pi a}{\sin(\pi a)} \quad (1)$$

$$\frac{\pi}{\sin(\pi a)} \quad (2)$$

$$\frac{\pi}{\cos(\pi a)} \quad (3)$$

$$\frac{\pi a}{\cos(\pi a)} \quad (4)$$

-۱۰۷ نقطه  $Z = \frac{z}{\sin z}$  برای تابع  $f(z) = \frac{z}{\sin z}$ ، نقطه تکین از چه نوعی است؟

- (۱) منفرد و قطب مرتبه دوم
- (۲) منفرد و قطب ساده
- (۳) منفرد و اساسی
- (۴) غیرمنفرد

-۱۰۸ اگر یک جواب معادله دیفرانسیل  $y'' + xy' - y = 0$  باشد جواب دوم این معادله کدام است؟

- (۱)  $-2x$
- (۲)  $-x^2$
- (۳)  $x^2$
- (۴)  $-\frac{1}{2x}$

-۱۰۹ معادله دیفرانسیل «بسل» (Bessel's equation) از مرتبه  $m$  به صورت زیر است:

$$\left[ x^{\gamma} \frac{d^{\gamma}}{dx^{\gamma}} + x \frac{d}{dx} + (x^{\gamma} - m^{\gamma}) \right] J_m(x) = 0$$

رانسکین (Wronskian) دو تابع  $f(x)$  و  $g(x)$  بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$W(x) = \begin{vmatrix} f(x) & g(x) \\ f'(x) & g'(x) \end{vmatrix}$$

رانسکین دو حل  $J_m(x)$  و  $J_{-m}(x)$  معادله «بسل» بالا بصورت چه نوع تابعی از  $x$  می‌باشد ( $C_0$  ثابت عددی)؟ ( $x$  متغیر حقیقی است).

- (۱)  $C_0 x$
- (۲)  $C_0$
- (۳)  $\frac{C_0}{x}$
- (۴)  $C_0 \ln x$

-۱۱۰ در سری فوریه  $f(x) = f^*(x)$  برای اینکه باشد چه قیدی روی ضرایب  $c_n$  باید اعمال نمود؟ (x متغیر

حقیقی است).

$$c_n^* = c_{-n} \quad (۱)$$

$$c_n^* = -c_n \quad (۲)$$

$$c_n^* = c_n \quad (۳)$$

$$c_n^* = -c_{-n} \quad (۴)$$

PardazeshPub.com