اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.
امام خمینی (ره)

عصر چهارشنبه
۸۶/۱۲/۱

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

آزمون ورودی
دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل
سال ۱۳۸۷

مجموعه فیزیک
(کد ۱۲۰۴)

نام و نام خانوادگی داوطلب:	شماره داوطلبی:
تعداد سؤال: ۱۰۵	مدت پاسخگویی: ۲۴۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی	۳۰	۱	۳۰
۲	مکانیک	۲۵	۳۱	۵۵
۳	الکترومغناطیس	۲۵	۵۶	۸۰
۴	مکانیک کوانتومی	۲۵	۸۱	۱۰۵

اسفند ماه سال ۱۳۸۶

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

PART A: Vocabulary

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

1- Even as a young man he had been ---------- as a future chief executive.
1) equipped 2) perceived 3) submitted 4) maintained

2- In exceptional ---------- students may arrange to take examinations at other times.
1) alternatives 2) implications 3) circumstances 4) distributions

3- There was a noticeboard ---------- job vacancies and information on how to apply for them.
1) imposing 2) monitoring 3) displaying 4) transferring

4- After a full ---------- lasting over 2 years, very little new evidence had come to light.
1) approach 2) exploitation 3) investment 4) investigation

5- The measures taken should considerably ---------- the residents' quality of life.
1) insert 2) trigger 3) advocate 4) enhance

6- Technological advances could ---------- lead to even more job losses.
1) randomly 2) inherently 3) ultimately 4) empirically

7- By completing a task on schedule you may ---------- a feeling of pride in your work.
1) devote 2) derive 3) undergo 4) glance

8- Roman coins that she showed me were ---------- to the one I had found in the garden.
1) crucial 2) specific 3) adjacent 4) identical

9- A thorough understanding of mathematics is sufficient to explain a wide variety of natural ----------.
1) criteria 2) principles 3) phenomena 4) components

10- For centuries housework and shopping have been identified as female ----------.
1) targets 2) domains 3) sectors 4) contexts

PART B: Grammar

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

There are many methods of mining, (11) ---------- is based upon where a mineral deposit (12) ---------- in the earth. While some mineral deposits are far (13) ----------, others lie at or (14) ---------- the earth's surface. Several different mining methods (15) ---------- deposits occur close to the earth's surface.

11- 1) that 2) each of which 3) every method 4) while any of them
12- 1) is found 2) found 3) finding 4) being found
13- 1) away 2) deep 3) from 4) underground
14- 1) in 2) near 3) within 4) above
15- 1) are used when 2) which used 3) when used 4) which are used

Part C. Reading Comprehension

Directions: Read the following three passages and choose the best choice (1), (2), (3), or (4). Then mark in on your answer sheet.

In contrast to classical physics, modern physics is a slightly looser term which may refer to just quantum physics or to 20th and 21st century physics in general and so always includes quantum theory and may include relativity. A physical system on the classical level is a physical system in which the laws of classical physics are valid. There are no restrictions on the application of classical principles, but, practically, the scale of classical physics is the level of isolated atoms and molecules on upwards, including the macroscopic and astronomical realm. Inside the atom and among atoms in a molecule, the laws of classical physics break down and generally do not provide a correct description. Moreover, the classical theory of electromagnetic radiation is somewhat limited in its ability to provide correct descriptions, since light is <u>inherently</u> a quantum phenomenon. Unlike quantum physics, classical physics is generally characterized by the principle of complete determinism. Mathematically, classical physics equations are ones in which Planck's constant does not appear. According to the correspondence principle and Ehrenfest's theorem as a system becomes larger or more massive the classical dynamics tends to emerge, with some exceptions, such as superfluidity. This is why we can usually ignore quantum mechanics when dealing with everyday objects; instead the classical description will suffice. However, one of the most vigorous on-going fields of research in physics is classical-quantum correspondence.

16. It is stated in the passage that modern physics .....
1) covers part of modern quantum physics
2) is more restricted than classical physics
3) is a specifically 20th century development
4) does not always include relativity

17. The passage mentions that .....
1) the ruling principle in quantum physics is not determinism
2) the laws of classical physics do not hold often true with modern physics
3) atoms and molecules in modern physics move in an upward fashion in their scale
4) the break down of classical physics is a matter of atoms and molecules

18. The passage refers to the fact that .....
1) the more massive a system is the larger it tends to be in terms of its superfluidity
2) Planck's constant does appear in the equations of classical physics
3) the correspondence principle deals with phenomena in terms of Ehrenfest's theorem
4) the classical description is enough in explaining about everyday objects

19. We understand from the passage that classical physics is perhaps best equipped to deal with .....
1) the movement of stars
2) the quantum correspondence
3) massive molecular systems
4) non-gaseous material

20. The word 'inherently' in the passage (underlined) can best be replaced by.....
1) 'frequently'
2) 'considerably'
3) 'fundamentally'
4) 'materailly'

In the circular accelerator, particles move in a circle until they reach sufficient energy. The particle track is typically bent into a circle using electromagnets. The advantage of circular accelerators over linear accelerators (*linacs*) is that the ring topology allows continuous acceleration, as the particle can transit indefinitely. Another advantage is that a circular accelerator is relatively smaller than a linear accelerator of comparable power (i.e. a linac would have to be extremely long to have the

equivalent power of a circular accelerator). Depending on the energy and the particle being accelerated, circular accelerators suffer a disadvantage in that the particles emit synchrotron radiation. When any charged particle is accelerated, it emits electromagnetic radiation and secondary emissions. As a particle traveling in a circle is always accelerating towards the center of the circle, it continuously radiates towards the tangent of the circle. This radiation is called synchrotron light and depends highly on the mass of the accelerating particle. For this reason, many high energy electron accelerators are linacs. Since the special theory of relativity requires that matter always travels slower than the speed of light in a vacuum, in high-energy accelerators, as the energy increases the particle speed approaches the speed of light as a limit, never quite attained. Therefore particle physicists do not generally think in terms of speed, but rather in terms of a particle's energy or momentum, usually measured in electron volts (eV). An important principle for circular accelerators, and particle beams in general, is that the curvature of the particle trajectory is proportional to the particle charge and to the magnetic field, but inversely proportional to the (typically relativistic) momentum.

21. The passage refers to the fact that .....
1) particles can reach sufficient energy only if they move in a circle
2) a linear accelerator may have the same power as a circular accelerator
3) electromagnets bend into a circle to form the particle track
4) circular accelerators are of comparable power because they are smaller

22. The passage mentions that .....
1) particle emission of synchronic raditaion is a major disadvantage in both circular and linear accelerators
2) cicular and linear accelerators are sometimes used together for accelerated power drive
3) a linear accelerator can function more efficienly if it has a ring topography for continuous acceleration
4) all accelerated charged particles give out electromagnetic radiation and secondary emissions

23. It is stated in the passage that .....
1) the centre of the circle in a circular accelerator accelerates the particle moving towards it
2) the particle speed in a high-energy acceerator can hardly ever exactly match the speed of light
3) the tangent of a circle is the radiating point from which the travelling particle accelerates
4) synchroton light causes the circular radiation in an accelerator to approach the mass of the particle

24. Which of the following statements is TRUE according to the passage?
1) The main focus of accelerator physics is making circular accelerator.
2) Speed is the main concern of particle physicists.
3) The curvature of the particle trajectory is related to the momentum.
4) Particle charge and magnetic field contain the particle's trajectory.

25. The word 'inversely' in the passage (underlined) is closely related to the word .....
1) 'suitable' 2) 'equal' 3) 'indirect' 4) 'positive'

Condensed matter physics is the field of physics that deals with the macroscopic physical properties of matter. In particular, it is concerned with the "condensed" phases that appear whenever the number of constituents in a system is extremely large and the interactions between the constituents are strong. The most familiar examples of condensed phases are solids and liquids, which arise from the bonding and electromagnetic force between atoms. More exotic condensed phases include the superfluid and the Bose-Einstein condensate found in certain atomic systems at very low temperatures, the superconducting phase exhibited by conduction electrons in certain materials, and the ferromagnetic and antiferromagnetic phases of spins on atomic lattices. Condensed matter physics is by far the largest field of contemporary physics. Much progress has also been made in theoretical condensed matter physics. By one estimate, one third of all American physicists identify themselves as condensed matter physicists. Historically, condensed matter physics grew out of

solid-state physics, which is now considered one of its main subfields. The term "condensed matter physics" was apparently coined by Philip Anderson and Volker Heine when they renamed their research group at Cavendish Laboratory - previously "solid-state theory" - in 1967. In 1978, the Division of Solid State Physics at the American Physical Society was renamed as the Division of Condensed Matter Physics. Condensed matter physics has a large overlap with chemistry, materials science, nanotechnology and engineering. One of the reasons for calling the field "condensed matter physics" is that many of the concepts and techniques developed for studying solids actually apply to fluid systems. For instance, the conduction electrons in an electrical conductor form a type of quantum fluid with essentially the same properties as fluids made up of atoms.

26. The passage states that ..... in condensed matter physics.

1) macroscopic physical properties of matter are basically developed on condensed phases
2) the superfluid and Bose-Einstein condensate are two of the most important phases
3) the ferromagnetic and antiferromagnetic phases of spins on atomic lattices are regarded as condensed phases
4) the interactions between the constituents are always strong

27. It is mentioned in the passage that .....

1) solid-state physics did not grow out of condensed matter physics
2) condensed matter physics is basically a theoretical branch of physics
3) one-third of American physicists estimate they are condensed matter physicists
4) conduction electrons exhibit a strong superconducting phase in their movement

28. We may understand from the passage that .....

1) there was a lot of improvement in solid-state theory from 1967 to 1978
2) condensed matter physics probably existed as a science before 1967
3) materials science and nanotechnology have a lot of applications in engineering
4) solid-state theory does not have much of a relationship with chemistry

29. Which of the following statements is TRUE according to the passage?

1) Fluids made up of atoms form a type of quantum fluid with essentially the same properties.
2) Electrical conductors form a type of quantum fluid without need to strong conduction electrons.
3) The Bose-Einstein condensate can be found in atomic systems at low as well as high temperatures
4) Solids and fluid systems can be generally studied based on the same concepts and techniques.

30. The expression 'by far' in the passage (underlined) is most closely related to the word .....

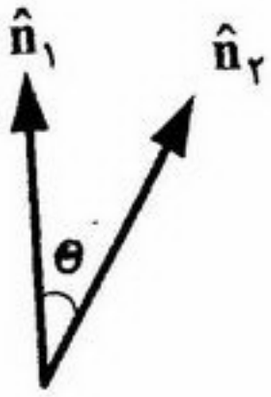
1)'extremely' 2)'necessarily' 3)'distantly' 4)'individually

۳۱ ـ بنابر یکی از نظریه‌های موجود درمورد مبدأ عالم، جهان اولیه دارای چگالی $۱۰^{۱۵}\frac{gr}{cm^۳}$ و شعاعی برابر فاصله کنونی زمین تا خورشید بود. اگر ماده موجود در عالم را متشکل از پروتون، نوترون و الکترون با تعداد مساوی در نظر بگیریم، تعداد کل ذرات موجود در عالم بر مبنای این مدل به کدام یک از اعداد زیر نزدیک تر است؟

۱) $۱۰^{۷۰}$ ۲) $۱۰^{۷۶}$ ۳) $۱۰^{۷۹}$ ۴) $۱۰^{۹۰}$

---

۳۲ ـ $\hat{n}_۱$ و $\hat{n}_۲$ دو بردار یکه‌اند که با هم زاویه θ می سازند. کدام گزینه یک مجموعه بردارهای یکه و دو به دو متعامد را مشخص می کند؟



۱) $\hat{n}_۱, \frac{\hat{n}_۱ \times \hat{n}_۲}{\sin\theta}, \frac{\hat{n}_۱(\hat{n}_۱.\hat{n}_۲) - \hat{n}_۲}{\sin\theta}$

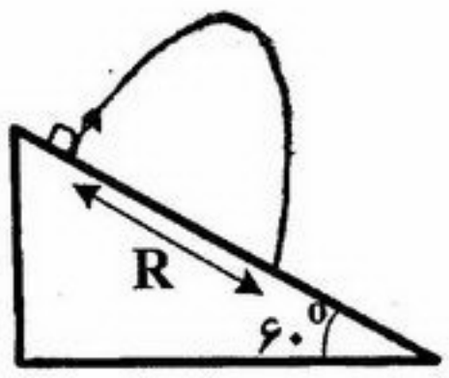
۲) $\hat{n}_۱, \frac{\hat{n}_۱ \times \hat{n}_۲}{\sin\theta}, \frac{\hat{n}_۱(\hat{n}_۱.\hat{n}_۲) - \hat{n}_۲}{\sin^۲\theta}$

۳) $\hat{n}_۲, \frac{\hat{n}_۲ \times \hat{n}_۱}{\sin\theta}, \frac{\hat{n}_۱(\hat{n}_۱.\hat{n}_۲) - \hat{n}_۲}{\sin\theta}$

۴) $\hat{n}_۲, \frac{\hat{n}_۲ \times \hat{n}_۱}{\sin\theta}, \frac{\hat{n}_۱(\hat{n}_۱.\hat{n}_۲) - \hat{n}_۲}{\sin^۲\theta}$

---

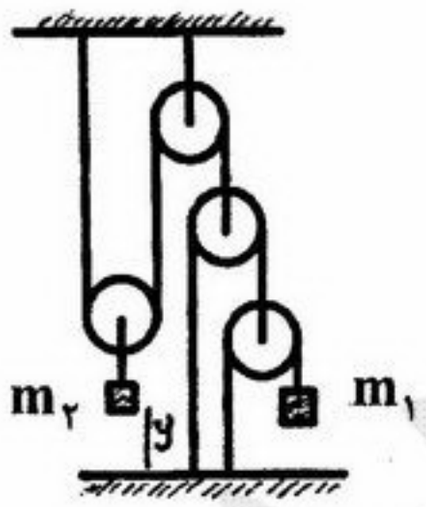
۳۳ ـ گلوله‌ای با سرعت $v_۰$ با زاویه قائم نسبت به سطح تپه از روی تپه‌ای که شیب آن نسبت به افق ۶۰° است شلیک می شود. برد پرتابه، R، برابر است با:



۱) $۴\frac{v_۰^۲}{g}$ ۲) $۴\sqrt{۳}\frac{v_۰^۲}{g}$ ۳) $۲\sqrt{۳}\frac{v_۰^۲}{g}$ ۴) $\frac{۴\sqrt{۳}}{۳}\frac{v_۰^۲}{g}$

---

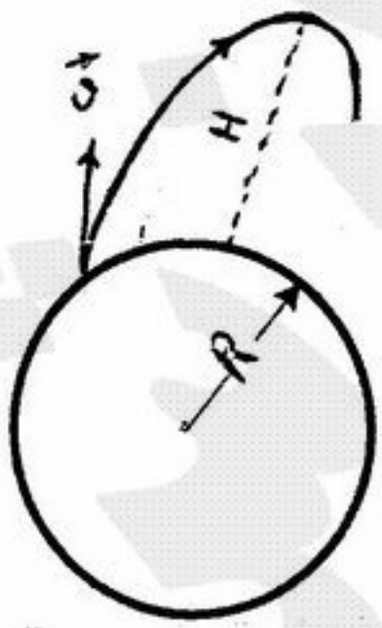
۳۴ ـ در دستگاه نشان داده شده در شکل زیر، جابجایی $m_۲$ بر حسب زمان به صورت $y = \frac{۱}{۲}at^۲$ است. شتاب رو به پایین $m_۱$ برابر است با:



۱) $۲a$ ۲) $۴a$ ۳) $۶a$ ۴) $۸a$

---

۳۵ ـ موشکی از سطح زمین (به جرم M و شعاع R) با سرعت اولیه‌ی $\vec{v} = (v_r, v_\theta)$ (که $v_r = \dot{r},\ v_\theta = r\dot{\theta}$) پرتاب می‌شود. با صرفنظر از مقاومت هوا و دوران زمین، بیشینه ارتفاع از سطح زمین، H، ($H \ll R$) که موشک در مسیرش به آن می رسد تقریباً برابر است با:



۱) $\frac{v_r^۲ R}{۲(\frac{GM}{R} - v_\theta^۲)}$ ۲) $\frac{۲v_r^۲ R}{(\frac{GM}{R} - v_\theta^۲)}$

۳) $\frac{v_r^۲ R}{(\frac{GM}{R} - ۲v_\theta^۲)}$ ۴) $\frac{v_r^۲ R}{(\frac{GM}{R} + ۲v_\theta^۲)}$

---

۳۶ ـ سرعت فرار یک ذره در راستای قائم در فاصلهٔ r ($r > R_e$) از مرکز زمین v_e است و سرعت همان ذره در یک مدار دایره‌ای پایدار حول زمین با همان شعاع r، v_c است. اگر از مقاومت هوا صرفنظر کنیم رابطهٔ بین v_e و v_c کدام است؟

۱) $v_e = v_c$ ۲) $v_e = \sqrt{۲}\ v_c$ ۳) $v_e = \frac{۳}{۲}\ v_c$ ۴) $v_e = ۲v_c$

---

۳۷ ـ هر گاه بردار $\vec{V} = (x + ۲y + az)\hat{i} + (bx - ۳y - z)\hat{j} + (۴x + cy + ۲z)\hat{k}$ غیر چرخشی باشد، می‌توان آن را به صورت گرادیان یک تابع نرده‌ای مانند φ نوشت $\vec{V} = \vec{\nabla}\varphi$، φ عبارتست از:

۱) $\frac{x^۲}{۲} - \frac{۳y^۲}{۲} + z^۲ - ۲xy + ۴yz + xz$
۲) $x^۲ - ۳y^۲ + z^۲ + ۲xy - ۴xz + yz$
۳) $\frac{x^۲}{۲} - \frac{۳y^۲}{۲} + ۲z^۲ + ۲xz + xy - yz$
۴) $\frac{x^۲}{۲} - \frac{۳y^۲}{۲} + z^۲ + ۲xy + ۴xz - yz$

---

۳۸ ـ سرعت خروج گاز از موشکی (نسبت به موشک) بردار ثابت $\vec{u}$ است. اگر این موشک در لحظهٔ $t = ۰$ با جرم $M_۰$ از حالت سکون و در فضای تهی (از نیروی خارجی) شروع به حرکت کند، بیشینه‌ی انرژی جنبشی موشک برابر است با:

۱) $\frac{۱}{۲}\frac{M_۰u^۲}{e^۲}$ ۲) $\frac{M_۰u^۲}{e^۲}$ ۳) $\frac{۲M_۰u^۲}{e}$ ۴) $\frac{۲M_۰u^۲}{e^۲}$

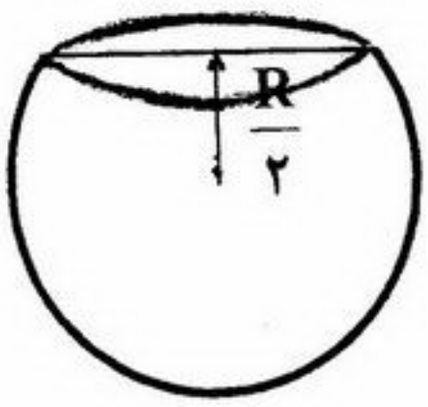
---

۳۹ ـ جرم واحد طول طناب یکنواختی λ و طول آن a است. این طناب بر بالای یک میز به صورت قائم طوری آویخته شده که انتهای آن با سطح میز در تماس است. اگر طناب از حال سکون رها شود، نیروی وارد بر میز هنگامی که نصف طول طناب بر روی میز افتاده است، چقدر است؟ فرض کنید هر قسمت از طناب پس از افتادن روی سطح میز ساکن می‌شود و از توده شدن طناب صرفنظر کنید.

۱) $\frac{۱}{۳}\lambda g a$ ۲) $\frac{۲}{۳}\lambda g a$ ۳) $\frac{۳}{۲}\lambda g a$ ۴) $۳\lambda g a$

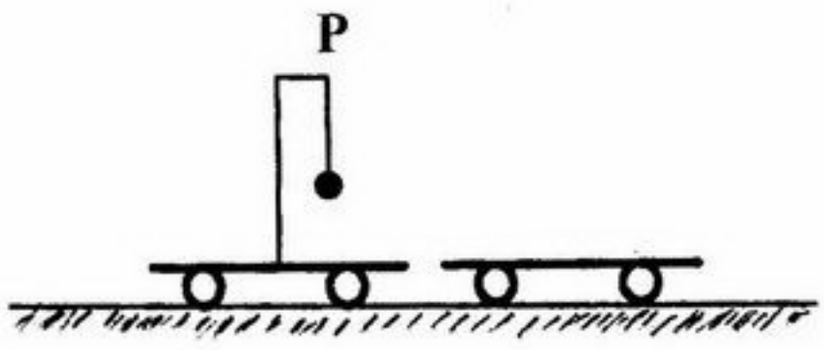
---

۴۰ ـ کره‌ای همگن به جرم m و شعاع R را در نظر بگیرید. اگر قسمتی از کره توسط صفحه‌ای به فاصله $\frac{R}{۲}$ از مرکزش قطع شود. فاصله مرکز جرم قسمت باقیمانده از مرکز کره کدام است؟



۱) $z = -\frac{۳}{۱۶}R$ ۲) $z = -\frac{۱}{۷}R$ ۳) $z = -\frac{۱}{۸}R$ ۴) $z = -\frac{۱}{۹}R$

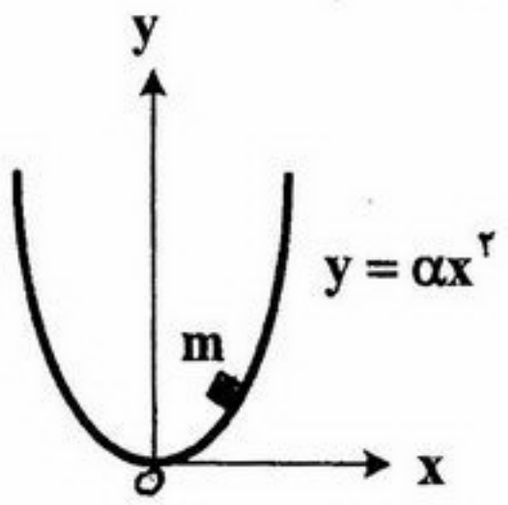
۴۱ ـ در واگنی به جرم M گلوله‌ای به جرم m $(m \ll M)$ به وسیله ریسمان سبکی از نقطه P آویزان شده است. واگن و گلوله دارای سرعت اولیه V می‌باشند. واگن حامل آونگ به واگن ساکن دیگری با همان جرم M برخورد کرده و به آن می‌چسبد. اگر طول ریسمان R باشد کمترین مقدار سرعت اولیه، چقدر باشد تا گلوله یک دایره کامل را حول نقطه P طی کند بدون اینکه نخ شُل شود. از اصطکاک بین واگن‌ها وسطح افقی صرفنظر کنید.



۱) $\frac{۱}{۲}\sqrt{\frac{۵}{۲}Rg}$ ۲) $\frac{۱}{۲}\sqrt{۵Rg}$ ۳) $\sqrt{۵Rg}$ ۴) $۲\sqrt{۵Rg}$

---

۴۲ ـ جسم کوچکی به جرم m می‌تواند داخل یک کاسه سهمی شکل ساکن بدون اصطکاک مطابق شکل در یک صفحه‌ی قائم نوسان کند. بسامد زاویه‌ای نوسانات کوچک ذره حول نقطه تعادل‌اش چقدر است؟



۱) $\sqrt{g\alpha}$ ۲) $\sqrt{\frac{g\alpha}{۲}}$ ۳) $\sqrt{۲g\alpha}$ ۴) $۲\sqrt{g\alpha}$

---

۴۳ ـ ذره‌ای به جرم m در چاه پتانسیل یک بعدی $V(x) = -\frac{V_۰a^۲(a^۲+x^۲)}{۸a^۴+x^۴}$ حرکت می‌کند. کدام یک از نقاط زیر نقطه‌ی تعادل ناپایدار ذره است؟ $V_۰$ و a مقادیر ثابت حقیقی هستند.

۱) $x=۰$ ۲) $x=\sqrt{۲}a$ ۳) $x=-\sqrt{۲}a$ ۴) $x=a$

---

۴۴ ـ دوره تناوب حرکت سیاره‌ای به دور خورشید ۲۷ سال است. طول نیم قطر بزرگ مدار این سیاره به دور خورشید چند واحد نجومی است؟

۱) ۰/۰۰۹ ۲) ۹ ۳) ۷۲ ۴) ۹۰۰۰

---

۴۵ ـ تغییرات سرعت ذره‌ای به جرم m بر حسب فاصله، به صورت $v(x) = \alpha x^{-۲}$ است. به فرض آن که در $t=۰$ ، $x_۰ = ۰$ ، $v_۰$ باشد معادله نیرو، $F(t)$، کدام است؟ α عدد ثابتی است.

۱) $\frac{-۳}{۱۶}\frac{m}{t^۲}(۴\alpha t)^{\frac{۱}{۴}}$ ۲) $\frac{-۳}{۱۶}\frac{m}{t^۲}(۲\alpha t)^{\frac{۱}{۴}}$ ۳) $\frac{-۱}{۱۶}\frac{m}{t^۲}(۲\alpha t)^{\frac{۱}{۴}}$ ۴) $\frac{-۱}{۱۶}\frac{m}{t^۲}(۴\alpha t)^{\frac{۱}{۴}}$

---

۴۶ ـ در یک حرکت یک بعدی، ذره‌ای به جرم $۱۰\ kg$ با سرعت اولیه $v_۰ = ۱۰\frac{m}{s}$ تحت تأثیر نیروی اصطکاک $F = -be^{av}$ متوقف می‌شود که v سرعت لحظه‌ای ذره، $a = ۰/۱\frac{s}{m}$ و $b = ۱۰\ N$ است. پس از چند ثانیه ذره ساکن می‌شود؟

۱) ۲۵/۲ ۲) ۳/۱۵ ۳) ۶/۳۰ ۴) ۱۲/۶

۴۷ ـ بردار مکان ذره‌ای در چارچوب لخت xyz به صورت $\vec{r}(t) = at^{۳}\hat{i} + bt^{۲}\hat{j}$ است. چارچوب چرخان $x'y'z'$ که محور z' آن موازی محور z است و مبدأ دو چارچوب بر هم منطبق است با سرعت زاویه‌ای ثابت $\omega_{۰}$ حول محور z دوران می‌کند. سرعت این ذره در چارچوب $x'y'z'$ در لحظه‌ی $t = ۱$ کدام است؟ (a و b مقادیر ثابتی هستند)

۱) $(۳a + b\omega_{۰})\hat{i} + (۲b - a\omega_{۰})\hat{j}$
۲) $(۳a - b\omega_{۰})\hat{i} + (۲b + a\omega_{۰})\hat{j}$
۳) $(۳a - ۲b\omega_{۰})\hat{i} + (۲b + ۲a\omega_{۰})\hat{j}$
۴) $(۳a + ۲b\omega_{۰})\hat{i} + (۲b - ۲a\omega_{۰})\hat{j}$

---

۴۸ ـ دو ذره با جرم یکسان، یکی در مسیر دایره‌ای و دیگری در مسیر سهمی در یک میدان نیروی مرکزی جاذبهٔ $-\frac{k}{r^{۲}}$ $(k > ۰)$ با تکانه‌ی زاویه‌ای یکسان حرکت می‌کنند. اگر شعاع مسیر دایره‌ای R و فاصلهٔ نقطهٔ حضیض سهمی از مرکز نیرو $r_{۰}$ باشد، $\frac{R}{r_{۰}}$ کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}$
۳) $\sqrt{۲}$
۴) ۲

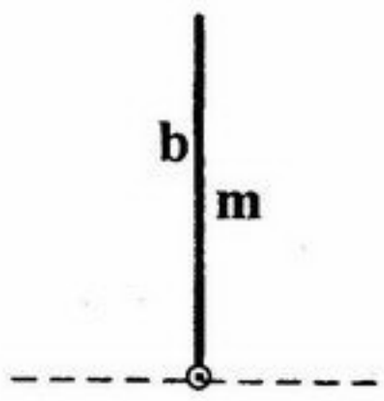
---

۴۹ ـ ذره‌ای به جرم m و تکانه‌ی زاویه‌ای L در یک مسیر مارپیچی به معادله $r = k\theta$ (که k ثابت است) حرکت می‌کند. شکل تابع نیروی مرکزی مدار فوق کدام است؟

۱) $F(r) = \frac{-L^{۲}}{m}(\frac{۱}{r^{۳}} + \frac{۲k^{۲}}{r^{۵}})$
۲) $F(r) = \frac{-L^{۲}}{m}(\frac{۱}{r^{۵}} + \frac{۲k^{۲}}{r^{۳}})$
۳) $F(r) = \frac{-L^{۲}}{m}(\frac{۱}{r^{۵}} + \frac{k^{۲}}{r^{۳}})$
۴) $F(r) = \frac{-L^{۲}}{m}(\frac{۱}{r^{۳}} + \frac{k^{۲}}{r^{۵}})$

---

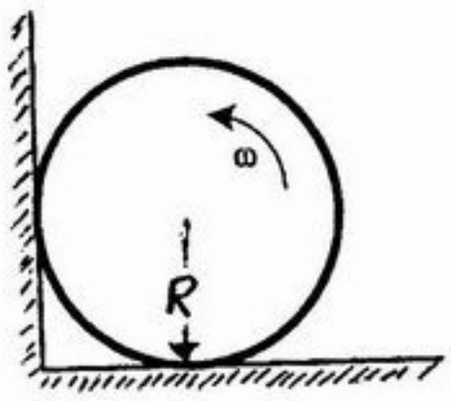
۵۰ ـ میله همگنی به جرم m و طول b می‌تواند بدون اصطکاک حول محوری که از انتهای پائینی آن می‌گذرد، بچرخد. میله را از حالت عمودی به مقدار ناچیزی جابجا نموده و رها می‌کنیم. تندی مرکز جرم میله در هنگام برخورد با سطح زمین چقدر است؟



۱) $\frac{۱}{۲}\sqrt{۳gb}$
۲) $\sqrt{۳gb}$
۳) $\frac{۱}{۲}\sqrt{\frac{۳g}{b}}$
۴) $\sqrt{\frac{gb}{۲}}$

---

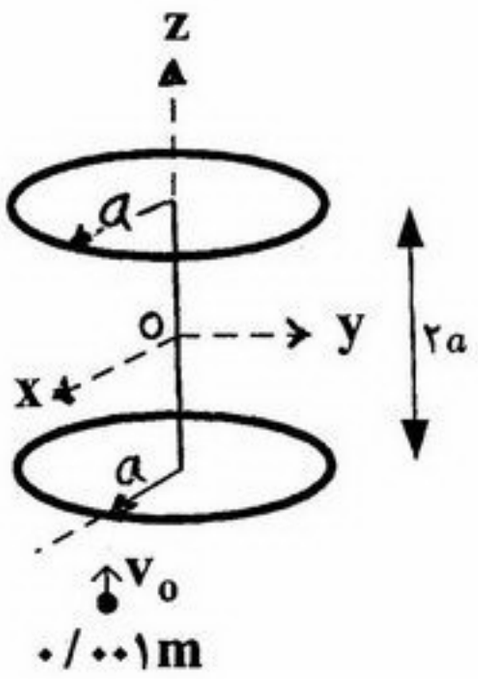
۵۱ ـ در شکل روبه‌رو کره توپری به جرم m و شعاع R را حول قطر افقی‌اش با سرعت زاویه‌ای ω_0 به دوران در آورده‌ایم و سپس آن را در مقابل دیوار و زمین قرار می‌دهیم. اگر ضریب اصطکاک لغزشی بین تمام سطوح تماس μ باشد و کره هیچگاه از زمین یا دیوار جدا نشود، اندازه شتاب زاویه‌ای چقدر است؟ لختی دورانی یک کره‌ی همگن توپر حول قطرش $\frac{2}{5}mR^2$ است.



۱) $\frac{5}{2}\left(\frac{1+\mu}{1-\mu}\right)\frac{g}{R}$
۲) $\frac{5}{2}\left(\frac{1+\mu}{1+\mu^2}\right)\frac{\mu g}{R}$
۳) $\frac{5}{2}\left(\frac{1+\mu^2}{1-\mu}\right)\frac{g}{R}$
۴) $\frac{5}{2}\left(\frac{1+\mu^2}{1+\mu}\right)\frac{\mu g}{R}$

---

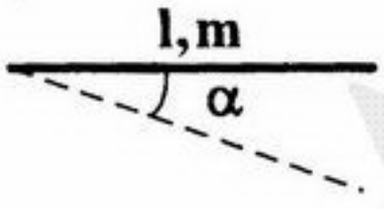
۵۲ ـ دو قرص یکنواخت نازک هر یک به جرم $\frac{m}{2}$ و شعاع a به وسیله میله سبکی به طول $2a$ به هم وصل شده‌اند. این مجموعه آزادانه با سرعت زاویه‌ای ω_0 حول محور z می‌چرخد. جسم کوچکی به جرم $0/001\ m$ با سرعت $\vec{v}_0$ موازی محور z مطابق شکل به لبهٔ قرص پایینی برخورد می‌کند و به آن می‌چسبد. بردار سرعت زاویه‌ای مجموعه پس از برخورد کدام است؟ لختی دورانی یک قرص به جرم M و شعاع R حول محور گذرنده از مرکزش و عمود بر صفحه آن $\frac{1}{2}MR^2$ است.



۱) $-8\times10^{-4}\frac{v_0}{a}\hat{j}+\omega_0\hat{k}$
۲) $-4\times10^{-4}\frac{v_0}{a}\hat{j}+\omega_0\hat{k}$
۳) $4\times10^{-4}\frac{v_0}{a}\hat{i}-4\times10^{-4}\frac{v_0}{a}\hat{j}+\omega_0\hat{k}$
۴) $8\times10^{-4}\frac{v_0}{a}\hat{i}-8\times10^{-4}\frac{v_0}{a}\hat{j}+\omega_0\hat{k}$

---

۵۳ ـ لختی دورانی میله‌ای باریک و یکنواخت به طول l و جرم m حول محور Δ که از انتهای میله گذشته و با آن زاویهٔ α می‌سازد، کدام است؟



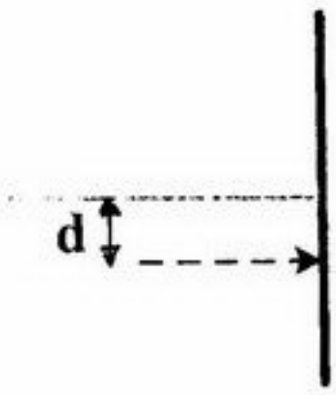
۱) $\frac{1}{6}ml^2\sin^2\alpha$
۲) $\frac{2}{3}ml^2\sin^2\alpha$
۳) $\frac{1}{3}ml^2\sin^2\alpha$
۴) $\frac{2}{3}ml^2\sin\alpha$

---

۵۴ ـ نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم m و ثابت فنر k تحت تأثیر نیروی اصطکاک $F=-b\dot{x}$ قرار دارد. هامیلتونی این نوسانگر برابر است با:

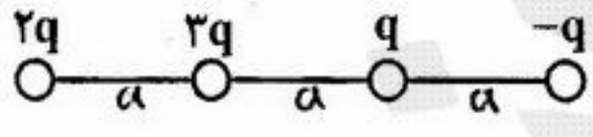
۱) $H=\frac{p^2}{2m}\exp\left(\frac{bt}{m}\right)+\frac{kx^2}{2}\exp\left(\frac{bt}{m}\right)$
۲) $H=\frac{p^2}{2m}\exp\left(\frac{bt}{m}\right)+\frac{kx^2}{2}\exp\left(-\frac{bt}{m}\right)$
۳) $H=\frac{p^2}{2m}\exp\left(-\frac{bt}{m}\right)+\frac{kx^2}{2}\exp\left(\frac{bt}{m}\right)$
۴) $H=\frac{p^2}{2m}\exp\left(-\frac{bt}{m}\right)+\frac{kx^2}{2}\exp\left(-\frac{bt}{m}\right)$

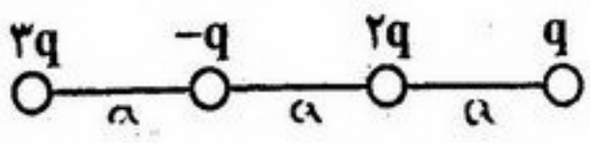
۵۵ ـ میله‌ی همگنی به طول l به صورت افقی روی سطح بدون اصطکاکی در حال سکون قرار دارد. ضربه‌ای به فاصله‌ی d از مرکز جرم میله به صورت عمود بر میله وارد می‌کنیم. بعد از این که میله دو دور حول مرکز جرمش چرخید، مرکز جرم چه مسافتی را روی سطح افقی طی می‌کند؟ لختی دورانی میله‌ای همگن به طول L و جرم M حول محور گذرنده از مرکز جرم میله و عمود بر میله $\frac{۱}{۱۲}ML^۲$ است.

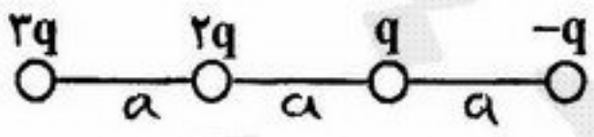


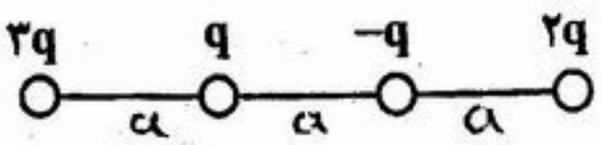
۱) $\frac{\pi}{۳}\frac{l^۲}{d}$ ۲) $\frac{\pi}{۶}\frac{l^۲}{d}$ ۳) $۲\pi\frac{l^۲}{d}$ ۴) $۴\pi\frac{l^۲}{d}$

۵۶ ـ در هر گزینه، چهار بار مختلف به فاصله‌های مساوی a در یک راستا قرار دارند. در کدام یک از آرایش‌ها انرژی پتانسیل بیشتر است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

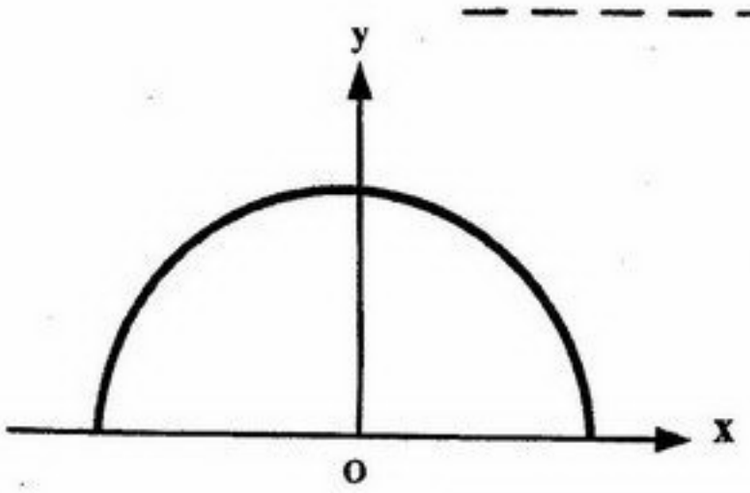
---

۵۷ ـ هزار قطره‌ی آب هم‌شکل و یکسان هر یک با پتانسیل ۱۷ و به فاصله‌ی خیلی دور از یکدیگر قرار دارند. پتانسیل قطره‌ی بزرگی که از به هم پیوستن این قطرات کوچک بوجود می‌آید چند ولت است؟ (آب را رسانای کامل و قطره‌ها را کروی فرض کنید)

۱) ۱ ۲) ۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰

---

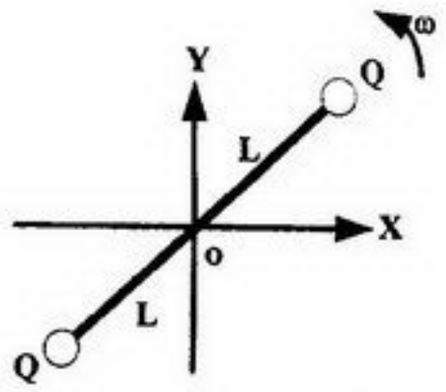
۵۸ ـ روی نیم‌دایره‌ای به شعاع a در صفحه‌ی xy باری به چگالی خطی $\lambda(x) = ۶x^۲$ (واحد x و λ در دستگاه SI است) توزیع شده است. اندازه‌ی شدت میدان الکتریکی در مبدأ مختصات برابر است با:



۱) $\frac{۲a}{\pi\epsilon_۰}$ ۲) $\frac{a}{\pi\epsilon_۰}$ ۳) $\frac{a}{۲\pi\epsilon_۰}$ ۴) $\frac{\sqrt{۲}a}{\pi\epsilon_۰}$

---

۵۹ ـ دو بار نقطه‌ای Q واقع در دو سر میله‌ی عایقی به طول $۲L$ در صفحه‌ی xoy (نقطه‌ی o وسط میله قرار دارد) مطابق شکل در حال چرخیدن با تندی ω به دور محور z (عمود بر صفحه‌ی xoy) به صورت پادساعتگرداند. بردار گشتاور دوقطبی مغناطیسی این مجموعه چقدر است؟



۱) $\vec{\mu} = -QL^۲\omega\hat{k}$ ۲) $\vec{\mu} = -\frac{۱}{۲}QL^۲\omega\hat{k}$
۳) $\vec{\mu} = QL^۲\omega\hat{k}$ ۴) $\vec{\mu} = \frac{۱}{۲}QL^۲\omega\hat{k}$

---

۶۰ ـ دو باتری کاملاً مشابه، هر کدام دارای نیروی محرکه الکتریکی ε و مقاومت درونی r در اختیار داریم. این دو باتری را به دو صورت سری و موازی می‌توانیم به هم وصل کنیم. مجموعه‌ی دو باتری را با یک مقاومت R در مدار قرار می‌دهیم. می‌خواهیم اتلاف گرمایی در مقاومت R بیشترین مقدار را داشته باشد. رابطه‌ی بین R و r کدام است؟

۱) در حالت موازی $R = \frac{r}{۲}$ و در حالت سری $R = ۲r$
۲) در حالت موازی $R = ۲r$ و در حالت سری $R = \frac{r}{۲}$
۳) در هر دو حالت $R = ۲r$
۴) در هر دو حالت $R = \frac{r}{۲}$

---

۶۱ ـ دو بار نقطه‌ای مشابه q در دو انتهای میله‌ای عایق به طول $2l$ قرار دارند. میله در صفحه‌ی xy قرار دارد و وسط آن بر مبدأ مختصات واقع است. میله با سرعت زاویه‌ای ω حول محور z می‌چرخد. در $t = 0$ میله منطبق بر محور x است. تانسور گشتاور چهارقطبی این مجموعه کدام است؟

۱) $ql^2\begin{pmatrix} 6\cos^2(\omega t) & 3\sin(2\omega t) & 0 \\ 3\sin(2\omega t) & 6\sin^2(\omega t) & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

۲) $ql^2\begin{pmatrix} 6\cos^2(\omega t) & 3\sin^2(\omega t) & 0 \\ 3\sin^2(\omega t) & 6\sin^2(\omega t) & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}$

۳) $ql^2\begin{pmatrix} 6\cos^2(\omega t)-2 & 3\sin(2\omega t) & 0 \\ 3\sin(2\omega t) & 6\sin^2(\omega t)-2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

۴) $ql^2\begin{pmatrix} 6\cos^2(\omega t)-2 & 3\sin(2\omega t) & 0 \\ 3\sin(2\omega t) & 6\sin^2(\omega t)-2 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}$

۶۲ ـ بار نقطه‌ای Q به فاصله‌ی x از یک صفحه‌ی رسانای نامتناهی قرار دارد. انرژی الکترواستاتیکی این سیستم (با صرفنظر از خودانرژی) کدام است؟

۱) $\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 x}$ ۲) $-\frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 x}$ ۳) $\frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 x}$ ۴) $-\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 x}$

۶۳ ـ حفره‌ای کروی به شعاع R در یک محیط عایق با ضریب دی‌الکتریک K وجود دارد. یک دوقطبی الکتریکی $\vec{p}$ را در مرکز حفره قرار می‌دهیم. میدان الکتریکی در خارج از حفره

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{3}{2K+1}\left[\frac{3\vec{r}(\vec{r}\cdot\vec{p})}{r^5}-\frac{\vec{p}}{r^3}\right]$$

است. میدان الکتریکی در داخل حفره کدام است؟ ($\vec{r}$ بردار مکان نسبت به مرکز حفره است.)

۱) $\frac{1}{2\pi\epsilon_0}\frac{K-1}{2K+1}\frac{\vec{p}}{R^3}$

۲) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{3\vec{r}(\vec{r}\cdot\vec{p})}{r^5}-\frac{\vec{p}}{r^3}-\frac{2(K-1)}{2K+1}\frac{\vec{p}}{R^3}\right]$

۳) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{3\vec{r}(\vec{r}\cdot\vec{p})}{r^5}-\frac{\vec{p}}{r^3}\right]$

۴) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{3\vec{r}(\vec{r}\cdot\vec{p})}{r^5}-\frac{\vec{p}}{r^3}+\frac{2(K-1)}{2K+1}\frac{\vec{p}}{R^3}\right]$

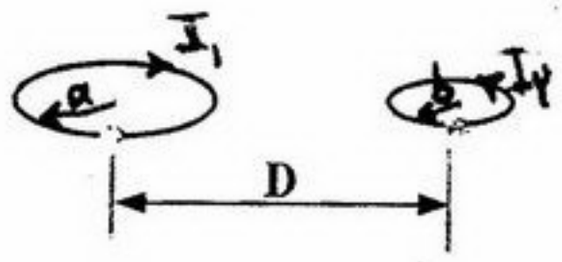
۶۴ ـ پوسته‌ی استوانه‌ای بسیار طویلی به شعاع R که محور آن همان محور z است، دارای چگالی بار سطحی σ می‌باشد. این پوسته با سرعت زاویه‌ای ω به صورت پادساعتگرد حول محور خود در حال دوران است. میدان مغناطیسی درون پوسته، در دستگاه مختصات استوانه‌ای کدام است؟ (ρ فاصله‌ی یک نقطه در داخل استوانه تا محور z است.)

۱) $-\mu_0\sigma\omega R\,\hat{k}$ ۲) $\mu_0\sigma\omega R\,\hat{k}$ ۳) $\mu_0\sigma\omega R\ln(\frac{\rho}{R})\,\hat{k}$ ۴) $-\mu_0\sigma\omega R\ln(\frac{\rho}{R})\,\hat{k}$

۶۵ ـ سه سیم بسیار طویل و نازک، موازی هم در یک صفحه قرار دارند و دارای جریان‌های مساوی I در یک جهت هستند. فاصله‌ی هر یک از سیم‌های کناری از سیم وسط D است. اگر سیم وسط را به اندازه‌ی x ($x \ll D$) در جهت عمود بر صفحه‌ی سیم‌ها جابجا کنیم، زمان تناوب نوسان‌های کوچک آن کدام است؟ (m جرم واحد طول سیم است)

۱) $2\pi\frac{D}{I}\sqrt{\frac{\pi m}{2\mu_0}}$ ۲) $2\pi\frac{D}{I}\sqrt{\frac{\pi m}{\mu_0}}$ ۳) $2\pi\frac{D}{I}\sqrt{\frac{2\pi m}{\mu_0}}$ ۴) $2\pi\frac{D}{I}\sqrt{\frac{4\pi m}{\mu_0}}$

۶۶ ـ دو حلقه‌ی کوچک جریان I_1 و I_2 به شعاع‌های a و b به فاصله‌ی D از یکدیگر قرار دارند، به طوری که سطح هر دو حلقه در یک صفحه و جهت جریان‌ها در دو حلقه مخالف یکدیگر است. نیروی بین دو حلقه کدام است؟ $(D \gg a, b)$



۱) نیروی جاذبه $\frac{۳\pi}{۴}\mu_۰ I_۱ I_۲ (\frac{ab}{D^۲})^۲$
۲) نیروی دافعه $\frac{۳\pi}{۴}\mu_۰ I_۱ I_۲ (\frac{ab}{D^۲})^۲$
۳) نیروی جاذبه $\frac{۳\pi}{۲}\mu_۰ I_۱ I_۲ (\frac{ab}{D^۲})^۲$
۴) نیروی دافعه $\frac{۳\pi}{۲}\mu_۰ I_۱ I_۲ (\frac{ab}{D^۲})^۲$

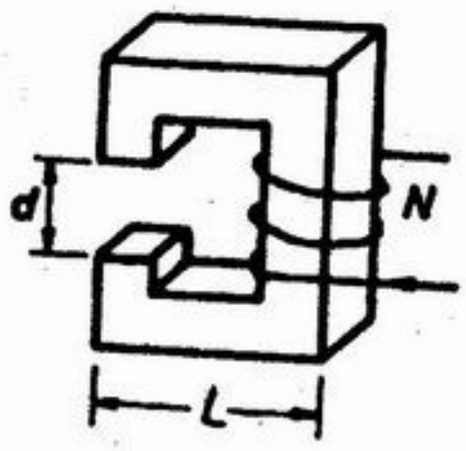
---

۶۷ ـ از یک حلقه به شعاع a که در صفحه‌ی xy قرار دارد و مرکز آن در مبدأ مختصات است، جریان ثابت I عبور می‌کند. پتانسیل مغناطیسی نرده‌ای در نقطه‌ی $(۰, ۰, z)$ کدام است؟

۱) $\frac{I}{۲}$
۲) $\frac{I}{۲}\left[۱ + \frac{z}{\sqrt{a^۲ + z^۲}}\right]$
۳) $\frac{I}{۲}\left[۱ - \frac{z}{\sqrt{a^۲ + z^۲}}\right]$
۴) $\frac{I}{۲}\left[\frac{z}{\sqrt{a^۲ + z^۲}}\right]$

---

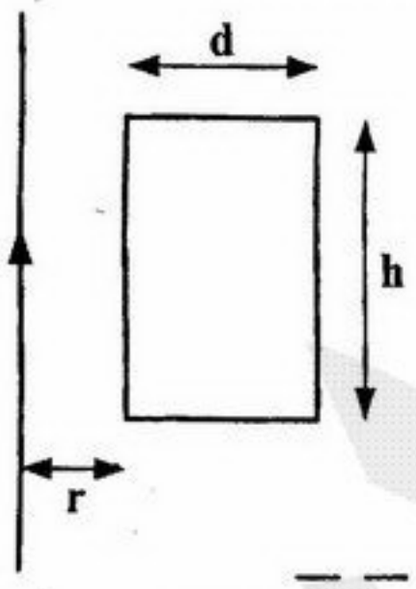
۶۸ ـ مطابق شکل N دور سیم حول قطعه‌ای از آهن به شکل C پیچیده شده است. اندازه‌ی اضلاع قطعه L است و در یک طرف، شکافی به طول d وجود دارد. مساحت سطح مقطع آهن A و جریان عبوری از سیم I است. اگر ضریب تراوایی آهن μ باشد، اندازه‌ی میدان مغناطیسی B در ناحیه‌ی شکاف کدام است؟



۱) $\frac{NI\mu\mu_۰}{d(\mu - \mu_۰) + ۴L\mu_۰}$
۲) $\frac{NI\mu\mu_۰}{d(\mu + \mu_۰) + ۴L\mu_۰}$
۳) $\frac{NI\mu\mu_۰}{d(\mu - \mu_۰) + ۴L\mu}$
۴) $\frac{NI\mu\mu_۰}{d(\mu + \mu_۰) + ۴L\mu}$

---

۶۹ ـ یک حلقه‌ی مستطیلی شکل به ابعاد h و d به فاصله‌ی r از یک سیم راست بسیار بلند قرار دارد. القای متقابل کدام است؟ حلقه و سیم راست در یک صفحه قرار دارند.



۱) $\frac{\mu_۰ h}{۲\pi}\ln\left(\frac{r - d}{r}\right)$
۲) $\frac{\mu_۰ h}{۲\pi}\ln\left(\frac{۲r - d}{r}\right)$
۳) $\frac{\mu_۰ h}{۲\pi}\ln\left(\frac{r + d}{r}\right)$
۴) $\frac{\mu_۰ h}{۲\pi}\ln\left(\frac{۲r + d}{r}\right)$

---

۷۰ ـ سیم نازکی N دور به صورت دایره‌هایی نزدیک به هم بر روی سطح کره چوبی به شعاع a پیچیده شده است (N عدد بسیار بزرگی است). صفحات دایره‌ها بر محور z عموداند و سطح کره را یک بار کاملاً می‌پوشانند. اگر جریان I در این سیم وجود داشته باشد، میدان مغناطیسی در مرکز کره کدام است؟

۱) $\frac{\mu_۰ IN}{۴a}$
۲) $\frac{۵\mu_۰ IN}{۲a}$
۳) $\frac{۳\mu_۰ IN}{۲a}$
۴) $\frac{\mu_۰ IN}{۲a}$

۷۱ ـ تحت تبدیل وارونی فضا، میدان‌های $\vec{E}$ و $\vec{B}$ چگونه تبدیل می‌شوند؟

۱) $\begin{cases}\vec{E}(\vec{r},t)\to -\vec{E}(\vec{r},t)\\ \vec{B}(\vec{r},t)\to -\vec{B}(\vec{r},t)\end{cases}$ ۲) $\begin{cases}\vec{E}(\vec{r},t)\to \vec{E}(\vec{r},t)\\ \vec{B}(\vec{r},t)\to -\vec{B}(\vec{r},t)\end{cases}$ ۳) $\begin{cases}\vec{E}(\vec{r},t)\to \vec{E}(\vec{r},t)\\ \vec{B}(\vec{r},t)\to \vec{B}(\vec{r},t)\end{cases}$ ۴) $\begin{cases}\vec{E}(\vec{r},t)\to -\vec{E}(\vec{r},t)\\ \vec{B}(\vec{r},t)\to \vec{B}(\vec{r},t)\end{cases}$

۷۲ ـ صفحه‌ی $z=0$ مرز مشترک دو محیط است. محیط اول ($z>0$) دارای ضریب تراوایی $\mu_1=3\mu_0$ و محیط دوم ($z<0$) دارای ضریب تراوایی $\mu_2=2\mu_0$ می‌باشد. جریان سطحی $\vec{J}=(\hat{i}+2\hat{j})\mathrm{A/m}$ در صفحه‌ی $z=0$ وجود دارد. اگر شدت مغناطیسی در مرز مشترک و در ناحیه‌ی اول $\vec{H}_1=2\hat{i}-3\hat{j}+\hat{k}$ باشد، $\vec{B}_2$ در مرز مشترک و در ناحیه‌ی دوم کدام است؟

۱) $\mu_0(4\hat{i}+3\hat{k})$ ۲) $\mu_0(4\hat{j}+3\hat{k})$ ۳) $\mu_0(-4\hat{j}+3\hat{k})$ ۴) $\mu_0(-4\hat{i}+3\hat{k})$

۷۳ ـ فرض کنید الکترون با بار الکتریکی $-e$ به صورت یک ابر الکتریکی کروی و متقارن با توزیع باریکنواخت به شعاع r_0 می‌باشد. انرژی الکتریکی ساختار الکترون چقدر است؟

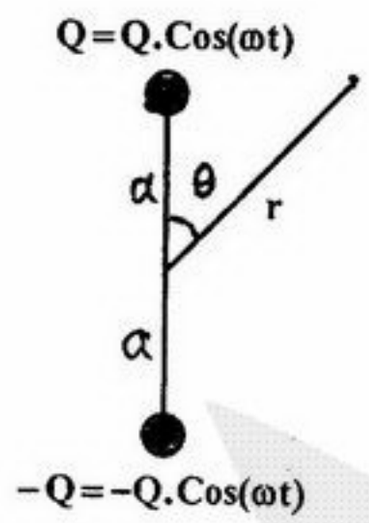
۱) $U=-\left(\frac{2}{5}\right)\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0}$ ۲) $U=\left(\frac{2}{5}\right)\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0}$ ۳) $U=-\left(\frac{3}{5}\right)\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0}$ ۴) $U=\left(\frac{3}{5}\right)\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0}$

۷۴ ـ اگر فرض کنیم زمین به طور میانگین $1508\mathrm{W/m^2}$ انرژی تابشی از خورشید دریافت می‌کند. با فرض این که این انرژی به صورت موج تک‌فامی با قطبش خطی است و با فرض فرود عمودی، اندازه‌ی بردارهای میدان الکتریکی (E) و شدت مغناطیسی (H) نور خورشید در سطح زمین کدام است؟ ($\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}=377\Omega$)

۱) $H=4\ \mathrm{A/m},\quad E=754\ \mathrm{V/m}$ ۲) $H=2\ \mathrm{A/m},\quad E=377\ \mathrm{V/m}$

۳) $H=2\ \mathrm{A/m},\quad E=754\ \mathrm{V/m}$ ۴) $H=4\ \mathrm{A/m},\quad E=377\ \mathrm{V/m}$

۷۵ ـ دو بار نقطه‌ای Q و $-Q$ به فاصله‌ی $2a$ از یکدیگر، مطابق شکل، توسط یک سیم رسانای کامل به یکدیگر متصل شده‌اند. بارهای نقطه‌ای به صورت $Q=Q_0\cos(\omega t)$ با زمان تغییر می‌کند، که Q_0 و ω ثابت‌اند. توان تابشی میانگین در واحد زاویه‌ی فضایی کدام است؟ راهنمایی: $\vec{S}=\frac{|\vec{p}|^2\sin^2\theta}{16\pi^2\epsilon_0 c^3 r^2}\hat{r}$



۱) $\frac{Q_0^2a^2\omega^4\sin^2\theta}{4\pi^2\epsilon_0 c^3}$ ۲) $\frac{Q_0^2a^2\omega^4\sin^2\theta}{8\pi^2\epsilon_0 c^3}$

۳) $\frac{Q_0^2a^2\omega^4\cos^2\theta}{8\pi^2\epsilon_0 c^3}$ ۴) $\frac{Q_0^2a^2\omega^4\cos^2\theta}{4\pi^2\epsilon_0 c^3}$

۷۶ ـ میدان مغناطیسی $\vec{B}=B_0e^{ax}\sin(ky-\omega t)\hat{z}$ در یک فضای خالی وجود دارد. (B_0، a، k و ω ثابت‌اند). میدان الکتریکی $\vec{E}$ کدام است؟

۱) $\vec{E}=-cB_0e^{ax}[\cos(ky-\omega t)\hat{x}+\frac{ac}{\omega}\sin(ky-\omega t)\hat{y}]$ ۲) $\vec{E}=-cB_0e^{ax}[\sin(ky-\omega t)\hat{x}+\frac{ac}{\omega}\cos(ky-\omega t)\hat{y}]$

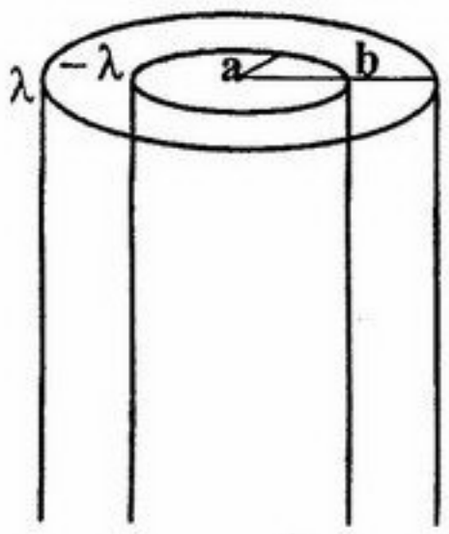
۳) $\vec{E}=cB_0e^{ax}[\frac{ac}{\omega}\sin(ky-\omega t)\hat{x}-\cos(ky-\omega t)\hat{y}]$ ۴) $\vec{E}=cB_0e^{ax}[\frac{ac}{\omega}\cos(ky-\omega t)\hat{x}-\sin(ky-\omega t)\hat{y}]$

۷۷ ـ موج تختی با بسامد زاویه‌ای ω از یک محیط دی‌الکتریک با ضریب شکست n_1 به سطح محیطی دی الکتریک با ضریب شکست n_2 به طور عمودی می‌تابد ($n_2 > n_1$). کسر α از انرژی موج از سطح باز می‌تابد. بیشینه‌ی کمیت $\langle E^2 \rangle$ در محیط اول کدام است؟ (E_0 میدان الکتریکی موج فرودی است)

۱) $(\frac{1+\alpha}{2})E_0^2$ ۲) $(\frac{1-\alpha}{2})E_0^2$ ۳) $\frac{(1-\sqrt{\alpha})^2}{2}E_0^2$ ۴) $\frac{(1+\sqrt{\alpha})^2}{2}E_0^2$

---

۷۸ ـ دو پوسته‌ی استوانه‌ای رسانای بسیار طویل هم محور به شعاع a و b مطابق شکل دارای بار الکتریکی با چگالی خطی λ و $-\lambda$ است. انرژی الکتریکی ذخیره شده در واحد طول این استوانه چقدر است؟



۱) $\frac{\lambda^2}{2\pi\epsilon_0}\ln(\frac{b}{a})$ ۲) $\frac{\lambda^2}{4\pi\epsilon_0}\ln(\frac{b}{a})$

۳) $\frac{\lambda^2}{4\pi\epsilon_0}\ln(\frac{b^2-a^2}{ab})$ ۴) $\frac{\lambda^2}{2\pi\epsilon_0}\ln(\frac{b^2+a^2}{ab})$

---

۷۹ ـ تحت تبدیلات لورنتس کدام کمیت یا کمیت‌ها تغییر نمی‌کنند؟

۱) $\vec{E}\cdot\vec{B}$ و $E^2-c^2B^2$ ۲) E^2 و B^2 ۳) $\frac{\epsilon_0 E^2}{2}+\frac{B^2}{2\mu_0}$ ۴) $E^2+c^2B^2$

---

۸۰ ـ یک سیم رسانای مقاومت‌دار استوانه‌ای بسیار طویل حامل جریان را در نظر بگیرید. می‌خواهیم انتگرال سطحی $\int\int \vec{S}\cdot d\vec{a}$ روی سطح جانبی این استوانه را محاسبه کنیم که در آن $\vec{S}$ بردار پویین‌تینگ می‌باشد.

۱) مقدار انتگرال به علت تقارن کامل استوانه‌ای صفر است.
۲) مقدار انتگرال نصف توان ژول اتلافی در سیم است.
۳) مقدار انتگرال برابر توان ژول اتلافی در سیم است.
۴) مقدار انتگرال دو برابر توان ژول اتلافی در سیم است.

---

۸۱ ـ ناظر O فاصله‌ی فضایی و زمانی دو رویداد را 450m و $6\times10^{-7}\text{s}$ ثبت می‌کند. ناظر O' باید با چه سرعتی نسبت به ناظر O حرکت کند تا از نظر وی رویدادها همزمان باشند؟(دو رویداد روی محور x و ناظر O' نسبت به ناظر O در امتداد محور x حرکت می کند)

۱) $0/4c$ ۲) $0/5c$ ۳) $0/6c$ ۴) c

---

۸۲ ـ الکترونی نسبت به ناظر آزمایشگاه با سرعت $0/6c$ در حرکت است. ناظر دیگری با سرعت $0/5c$ در امتداد و جهت حرکت الکترون نسبت به ناظر آزمایشگاه در حرکت است. این ناظر انرژی کل الکترون را چند برابر ناظر آزمایشگاه اندازه می‌گیرد؟

۱) $\frac{7}{45}$ ۲) $\frac{7\sqrt{3}}{45}$ ۳) $\frac{7}{15}$ ۴) $\frac{7\sqrt{3}}{15}$

---

۸۳ ـ یک ذره آزاد نسبیتی دارای تندی v و انرژی جنبشی E_k می‌باشد. اگر m_0 جرم در حال سکون ذره و $\alpha=\frac{E_k}{m_0c^2}$ باشد، مقدار $\frac{v}{c}$ کدام است؟

۱) $\frac{\sqrt{\alpha(\alpha-2)}}{\alpha+1}$ ۲) $\frac{\sqrt{\alpha(\alpha+2)}}{\alpha+1}$ ۳) $\frac{\alpha+1}{\sqrt{\alpha(\alpha-2)}}$ ۴) $\frac{\alpha+1}{\sqrt{\alpha(\alpha+2)}}$

---

۸۴ ـ پیکربندی عنصری در جدول تناوبی به صورت $(Ar)(4s)^1(3d)^5$ است. حالت پایه طیف نمایی (اسپکتروسکوپی) این عنصر کدام است؟

۱) ${}^5S_{2/2}$ ۲) ${}^6S_{5/2}$ ۳) ${}^7S_3$ ۴) ${}^7P_3$

---

۸۵ ـ در اثر کامپتون، کمترین و بیشترین اختلاف طول موج پرتوهای فرودی با پرتوهای خروجی کدام است؟ $(\frac{h}{m_ec}=0/0243\text{A}^\circ)$

۱) صفر و $0/0486\text{A}^\circ$
۲) صفر و $0/0243\text{A}^\circ$
۳) صفر و $0/0121\text{A}^\circ$
۴) $0/0243\text{A}^\circ$ و $0/0486\text{A}^\circ$

---

۸۶ ـ بلوری با فاصله‌ی صفحات $0/4\text{nm}$ در نظر بگیرید. حداقل انرژی الکترون‌های تابشی تقریباً چقدر باشد تا بتوان سه بیشینه‌ی تداخلی در پراکندگی الکترون‌ها را مشاهده کرد؟

۱) 4keV ۲) 40keV ۳) 136keV ۴) 400keV

---

۸۷ ـ ناظر O دستگاه مختصات (x,t) حل معادله‌ی شرودینگر وابسته به زمان یک ذره‌ی آزاد به جرم m در یک بعد را به صورت موج تخت $\psi(x,t)=e^{i(kx-\omega t)}$ با طول موج λ نشان می‌دهد. ناظر O' دستگاه مختصات (x',t') که رابطه‌اش با دستگاه مختصات (x,t) به صورت $x'=x-vt$ و $t'=t$ است حرکت مزبور را به صورت موج تخت $\psi'(x',t')=e^{i(k'x'-\omega't')}$ با طول موج λ' نشان می‌دهد. رابطه‌ی λ و λ' کدام است؟(v سرعت نسبی دو ناظر است)

۱) $\lambda'+\lambda=\frac{h}{mv}$ ۲) $\lambda'-\lambda=\frac{h}{mv}$ ۳) $\frac{1}{\lambda}-\frac{1}{\lambda'}=\frac{mv}{h}$ ۴) $\lambda'=\lambda$

۸۸ ـ کدام گزینه نادرست است؟

۱) تابع کار فلزات به شدت نور فرودی بستگی ندارد.

۲) طیف ویژه‌ی اشعه ایکس ناشی از برانگیختگی داخلی اتم است.

۳) ضریب جذب اجسام به انرژی فرودی بستگی دارد.

۴) طیف هموار اشعه ایکس ناشی از تابش ترمزی است و به جنس هدف بستگی دارد.

---

۸۹ ـ اتم پوزیترونیوم حالت مقیدی است که شامل یک الکترون و یک پوزیترون ($m_{pos} = m_e$) است و مانند اتم هیدروژنی است که پروتون آن با ذره‌ی پوزیترون جایگزین شده است. انرژی و شعاع اتم پوزیترونیوم بر حسب انرژی و شعاع اتم هیدروژن تقریباً برابر است با:

۱) $r_{n,pos} = \frac{1}{2} r_{n,H},\quad E_{n,pos} = 2E_{n,H}$

۲) $r_{n,pos} = 2r_{n,H},\quad E_{n,pos} = \frac{1}{2}E_{n,H}$

۳) $r_{n,pos} = 2r_{n,H},\quad E_{n,pos} = 2E_{n,H}$

۴) $r_{n,pos} = \frac{1}{2} r_{n,H},\quad E_{n,pos} = \frac{1}{2}E_{n,H}$

---

۹۰ ـ ذره‌ای به جرم m در پتانسیل یک بعدی

$$V(x) = \begin{cases} +\infty & x \le 0 \\ \frac{1}{2} m\omega^2 x^2 & x > 0 \end{cases}$$

قرار دارد. ترازهای انرژی این ذره با کدام یک از عبارت‌های زیر داده می‌شوند؟ ($n = 0, 1, 2, \cdots$)

۱) $(n + \frac{1}{2})\hbar\omega$

۲) $2(n + \frac{1}{4})\hbar\omega$

۳) $2(n + \frac{1}{2})\hbar\omega$

۴) $2(n + \frac{3}{4})\hbar\omega$

---

۹۱ ـ بعد (دیمانسیون) تابع موج در فضای دو بعدی بر حسب بعد طول L کدام است ؟

۱) $L^{\frac{1}{2}}$

۲) L^{-1}

۳) L

۴) $L^{-\frac{1}{2}}$

---

۹۲ ـ ذره‌ای در یک چاه پتانسیل سه بعدی به ابعاد $0 < x < L$، $0 < y < L$ و $0 < z < 2L$ قرار دارد. تبهگنی تراز سوم چاه چند است؟

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۶

---

۹۳ ـ در فیزیک ذرات بنیادی بین دو عملگر B و C رابطه‌ی پادجابجایی $\{B, C\} = BC + CB = 0$ برقرار است. هر گاه بدانیم $C^2 = 1$، در این صورت برای $|b, c)$ که ویژه کت مشترک دو عملگر B و C به ترتیب با ویژه مقادیر b و c می‌باشند، کدام گزینه درست است؟

۱) فقط ویژه مقادیر $b = \pm 1$ و $c = \pm 1$ درست‌اند.

۲) ویژه مقادیر $c = \pm 1$ درست است ولی در باره‌ی ویژه مقادیر b چیزی نمی‌توان گفت.

۳) فقط ویژه مقادیر $b = 0$ و $c = \pm 1$ درست‌اند.

۴) همه‌ی ویژه مقادیر برای b و فقط $c = \pm 1$ درست‌اند.

---

۹۴ ـ اگر انرژی یک سیستم کوانتومی اندازه‌گیری شود و مقدار E_n یکی از ویژه مقادیر آن سیستم به دست آید، در اندازه‌گیری مجدد انرژی کدام یک از نتایج زیر حاصل می‌شود؟

۱) با احتمال صددرصد E_n مجدداً به دست می آید.

۲) هر یک از ویژه مقادیر انرژی با احتمال های یکسان ممکن است به دست آیند.

۳) هر یک از ویژه مقادیر انرژی ولی با احتمال های غیر یکسان ممکن است به دست آیند.

۴) یک انرژی میانگین به دست می آید.

---

۹۵ ـ اگر تابع حالت یک نوسانگر هماهنگ یک بعدی در زمان $t = 0$ به صورت $|\alpha\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$ باشد، مقدار چشمداشتی $\langle x\rangle$ در لحظه‌ی t کدام است؟ $|n\rangle$ها ویژه بردارهای انرژی با ویژه‌مقادیر E_n می‌باشند.

۱) $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{2\hbar}{m\omega}}\cos(2\omega t)$ ۲) $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{2\hbar}{m\omega}}\cos\omega t$ ۳) $\sqrt{\frac{2\hbar}{m\omega}}\cos\omega t$ ۴) $\sqrt{\frac{2\hbar}{m\omega}}\cos(2\omega t)$

---

۹۶ ـ نوسانگر هماهنگ یک بعدی به جرم m و بار الکتریکی q و بسامد زاویه‌ای ω را در یک میدان الکتریکی ثابت و یکنواخت یک بعدی $\vec{E} = E_0\hat{i}$ قرار می‌دهیم. طیف ویژه‌مقادیر گسسته آن کدام است؟

۱) $\hbar\omega(n+\frac{1}{2}) - \frac{2q^2E_0^2}{m\omega^2}$ ۲) $\hbar\omega(n+\frac{1}{2}) + \frac{q^2E_0^2}{2m\omega^2}$ ۳) $\hbar\omega(n+\frac{1}{2}) - \frac{q^2E_0^2}{m\omega^2}$ ۴) $\hbar\omega(n+\frac{1}{2}) - \frac{q^2E_0^2}{2m\omega^2}$

---

۹۷ ـ هامیلتونی ذره‌ای به شکل $H = \frac{p^2}{2m} - ax$ است که a عدد ثابت حقیقی است. چنانچه این ذره در لحظه‌ی $t = 0$ دارای تکانه‌ی خطی p_0 باشد، بعد از گذشت زمان t تکانه خطی ذره در تصویر هایزنبرگ کدام است؟

۱) $-at + p_0$ ۲) $-2at + p_0$ ۳) $at + p_0$ ۴) $2at + p_0$

---

۹۸ ـ فرض کنید اتم هیدروژن در حالت پایه $\psi_{100}(\vec{r}) = \frac{2}{\sqrt{4\pi}}(\frac{1}{a_0})^{3/2}e^{-r/a_0}$ باشد. a_0 شعاع بوهر است. نسبت احتمال یافتن الکترون در پوسته‌ای به شعاع $2a_0$ و ضخامت Δr به احتمال یافتن آن در پوسته‌ای به شعاع a_0 و همان ضخامت Δr کدام است؟

۱) e^{-1} ۲) $2e^{-2}$ ۳) $4e^{-2}$ ۴) $2e^{-1}$

---

۹۹ ـ عملگر $e^{-\frac{iap}{\hbar}}xe^{\frac{iap}{\hbar}}$ (x عملگر مکان، p عملگر تکانه خطی در راستای x، I عملگر واحد و a مقدار ثابتی است) برابر با کدام یک از عملگرهای زیر است؟

۱) $x - aI$ ۲) $x + aI$ ۳) $x - ap$ ۴) $x + ap$

---

۱۰۰ ـ دو الکترون در یک چاه پتانسیل بی‌نهایت یک بعدی در $0 < x < L$ در حالت اسپین سه‌تایی قرار دارند. کمترین انرژی ممکن این سیستم کدام است؟

۱) $\frac{7\pi^2\hbar^2}{2m_eL^2}$ ۲) $\frac{5\pi^2\hbar^2}{2m_eL^2}$ ۳) $\frac{\pi^2\hbar^2}{2m_eL^2}$ ۴) $\frac{3\pi^2\hbar^2}{2m_eL^2}$

---

۱۰۱ ـ تابع حالت ذره‌ای در مختصات استوانه‌ای به شکل $\psi(\vec{r}) = Ae^{-\rho^2/2}\cos^2\phi\,\delta(z)$ است. A مقدار ثابت حقیقی است. احتمال یافتن ذره در حالتی با $m = 0$ (که m ویژه مقدار عملگر L_z است) کدام است؟

۱) صفر ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{\pi^2}{3}$

---

۱۰۲ ـ الکترونی درون چاه پتانسیل کروی نامتناهی

$$V(r) = \begin{cases} 0 & a < r < 4a \\ \infty & \text{بقیه جاها} \end{cases}$$

قرار دارد. تابع موج ذره به ازای $l = 0$ کدام است؟

۱) $\sqrt{\frac{1}{2\pi a}}\sin\left(\frac{\pi r}{4a}\right)$ ۲) $\sqrt{\frac{1}{2\pi a}}(\frac{1}{r})\sin\left(\frac{\pi r}{4a}\right)$

۳) $\sqrt{\frac{1}{6\pi a}}\sin\left(\frac{\pi(r-a)}{3a}\right)$ ۴) $\sqrt{\frac{1}{6\pi a}}(\frac{1}{r})\sin\left(\frac{\pi(r-a)}{3a}\right)$

---

۱۰۳ ـ بردار حالت یک ذره با اسپین ۱/۲ به صورت

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$$

است. اگر به وسیله دستگاه اشترن–گرلاخ از مؤلفه‌های S_z و S_y این ذره اندازه‌گیری به عمل آید، احتمال این که در هر دو اندازه‌گیری نتیجه $+\frac{\hbar}{2}$ باشد چقدر است؟

۱) $\frac{2}{5}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{9}{20}$ ۴) $\frac{9}{10}$

---

۱۰۴ ـ ذره‌ای در یک چاه پتانسیل دو بعدی

$$V(x,y) = \begin{cases} 0 & 0 < x < a, \quad 0 < y < b \\ \infty & \text{بقیه جاها} \end{cases}$$

قرار دارد. اگر تابع موج سیستم به شکل

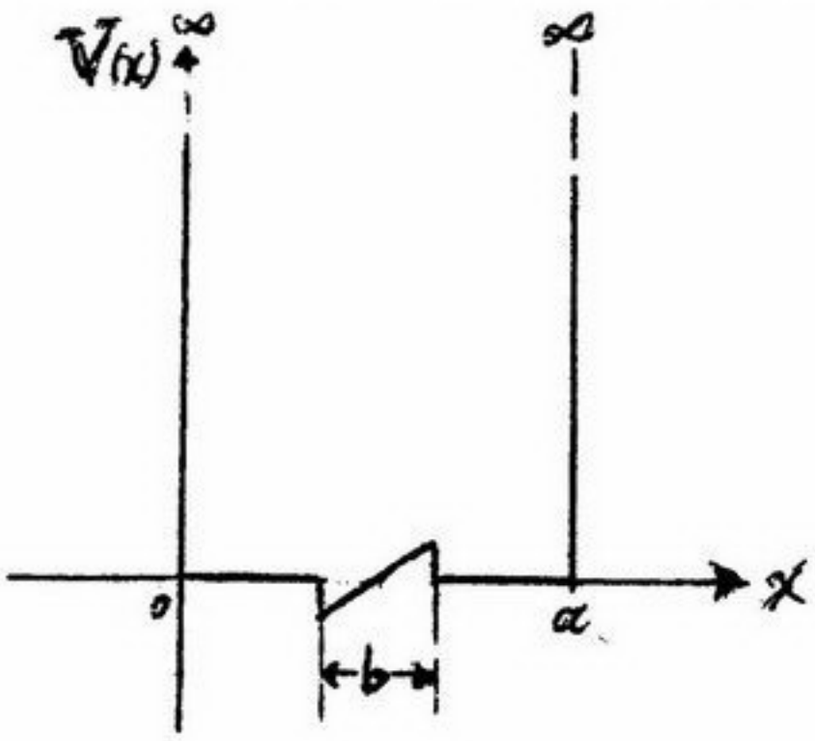
$$\psi(x,y) = \frac{2}{\sqrt{9ab}}\sin\frac{\pi x}{a}\sin\frac{\pi y}{b} + \frac{\sqrt{20}}{\sqrt{9ab}}\sin\frac{2\pi x}{a}\sin\frac{\pi y}{b} + \frac{\sqrt{12}}{\sqrt{9ab}}\sin\frac{\pi x}{a}\sin\frac{2\pi y}{b}$$

باشد، با فرض $b = 2a$ احتمال این که در اندازه‌گیری انرژی ذره، آن را در اولین تراز برانگیخته بیابیم چیست؟

۱) ۰ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{5}{9}$ ۴) $\frac{8}{9}$

---

۱۰۵ ـ اختلالی به شکل



$$V=\begin{cases}0 & (x<\frac{a-b}{2})\\ hx & (\frac{a-b}{2}<x<\frac{a+b}{2})\\ 0 & (x>\frac{a+b}{2})\end{cases}$$

به چاه پتانسیل بینهایت(شکل روبرو)اعمال شده است. جابجایی انرژی در مرتبه‌ی اول اختلال برای تراز زمینه چقدر است؟

۱) h ۲) $\frac{h}{2}$ ۳) $\frac{b}{a}h$ ۴) صفر