635

D

635D

نام

نام خانوادگی

محل امضاء

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

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

عصر جمعه
۹۳/۱۱/۱۷

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل ــ سال ۱۳۹۴

مجموعه فیزیک ــ کد ۱۲۰۴

تعداد سؤال: ۱۱۰ — مدت پاسخگویی: ۲۷۰ 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	دروس تخصصی ۱ شامل: (فیزیک پایه ۱و ۲و ۳، فیزیک جدید، ترمودینامیک و مکانیک آماری، ریاضی فیزیک ۱ و ۲)	۴۴	۳۱	۷۴
۳	دروس تخصصی۲ شامل: (مکانیک کلاسیک ۱و۲، الکترومغناطیسی ۱و۲، مکانیک کوانتومی ۱ و۲)	۳۶	۷۵	۱۱۰

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

بهمن ماه ــ سال ۱۳۹۳

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

زبان عمومی و تخصصی:

PART A: Vocabulary

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

1- Your new spokesperson is very --------- and clearly comfortable speaking in front of large audiences.
1) impatient 2) willful 3) voluble 4) modish

2- That ring is made from an --------- of minerals; if it were pure gold it would never hold its shape.
1) occurrence 2) elaboration 3) intervention 4) amalgam

3- Fortunately, the parliament --------- the new law that would prohibit companies from discriminating according to race in their hiring practices.
1) abridged 2) ratified 3) magnified 4) persuaded

4- The teacher did not appreciate the student's --------- and gave him detention.
1) sarcasm 2) advent 3) blunder 4) reverie

5- The police have not yet been able to find the missing child; to all of the searchers, the child's location is still a great ---------.
1) fallacy 2) enigma 3) remorse 4) sympathy

6- I really feel sad to say that we are now witnessing environmental destruction on an --------- scale.
1) implicit 2) inadvertent 3) articulated 4) unprecedented

7- Ted was severely --------- by his colleagues for his use of offensive language when addressing the guests.
1) deviated 2) castigated 3) resigned 4) hardened

8- As shrinking military budgets add to economic woes, arms manufacturers are --------- seeking to expand their markets.
1) nocturnally 2) equivocally 3) indecisively 4) aggressively

9- Much to my ---------, I should confess that we don't have a good indication that women are actually taking better care of themselves today.
1) indifference 2) verification 3) chagrin 4) jubilance

10- It is to be remembered that living in a --------- country is no guarantee you will necessarily live a long life.
1) prosperous 2) conceptual 3) conceivable 4) long-winded

PART B: Cloze Passage

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

The human question is the big one. (11) --------- on humans are very thin. Most human populations that are forced to survive on low-calorie diets are also malnourished and are as likely (12) --------- from vitamin and mineral deficiencies. (13) --------- is on the Japanese island of Okinawa, Walford notes: "The Okinawans have about (14) --------- the calorie intake of the rest of Japan. They eat mainly fish and vegetables. They have as much as 40 times the incidence of people (15) --------- 100. They have less diabetes, tumors and so forth than the rest of Japan."

11- 1) The data exist 2) The data whose existence
3) Existing data that are 4) The existing data

12- 1) not to die as prematurely 2) as not to die prematurely
3) so not to prematurely die 4) not to die prematurely as

13- 1) Only one exception to know 2) The only exception to know
3) The only known exception 4) One exception is only known

14- 1) 70 percent of 2) a percentage of 70
3) 70 percent 4) 70 of the percentage
15- 1) in 2) for 3) over 4) with

PART C: Reading Comprehension:

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

PASSAGE 1:

Reflection is the change in direction of a wave at an interface between two dissimilar media such that the wave returns into the medium from which it originated. The most common example of this is light waves reflecting from a mirror, but sound and water waves can also be reflected. The law of reflection states that the angle of incidence is equal to the angle of reflection. Reflection may occur whenever a wave travels from a medium of a given refractive index to another medium with a different index. A certain fraction of the light is reflected from the interface and the remainder is refracted. However, when the wave is moving from a dense medium into one less dense, that is the refractive index of the first is greater than the second, a critical angle exists which will create a phenomenon known as total internal reflection. In this situation,all of the wave incident at an angle greater than the critical angle is reflected. When a wave reflects off a more dense material (higher refractive index) than that from which it originated, it undergoes a 180° phase change. In contrast, a less dense, lower refractive index material will reflect light in phase. Fiber optics makes use of the phenomenon of total internal reflection. The light traveling through a fiber reflects off the walls at angles greater than the critical angle and thus keeps the wave confined to the narrow fiber.

16- Which of the following is the best title for the passage?
1) Fiber Optics 2) Light Reflection
3) Application of Mirrors 4) Sound Waves

17- What does the pronoun "it" in line 2 refer to?
1) Wave 2) Medium 3) Interface 4) Direction

18- Which of the following is true when a wave is moving from a dense medium into a less dense one?
1) The law of reflection will be violated.
2) The angle of incidence will be equal to the angle of refraction.
3) No part of the light will be refracted.
4) The refractive index of the first medium is greater than the second one.

19- What does fiber optics utilize?
1) The refractive index
2) The critical angle
3) Total internal reflection
4) A phase change greater than 180°

20- Which of the following is the word "confined" in the last line closest in meaning to?
1) Limited 2) Compiled 3) Linked 4) Contracted

PASSAGE 2:

Scientists believe that stars form when compression waves traveling through clouds of gas create knots of gas in the clouds. The force of gravity within these denser areas then attracts gas particles. As the knot grows, the force increases and attracts more gas particles, eventually

forming a large sphere of compressed gas with internal temperatures reaching a few million degrees C. At these temperatures, the gases in the knot become so hot that nuclear fusion of hydrogen to form helium takes place, creating large amounts of nuclear energy and forming a new star. Pressure from the radiation of these new stars causes more knots to form in the gas cloud, initiating the process of creating more stars. Scientists theorize that planets form from gas and dust surrounding young stars. As the density of the forming star increases, this gas and dust slowly condenses into a spinning disk. The denser areas of the disk develop a gravitational force which attracts more dust and gas as the disk orbits the star. Over millions of years, these dense areas consolidate and grow, forming planets. In the case of the Sun, the larger icy fragments surrounding it attracted more gas and dust forming the more massive planets such as Jupiter and Saturn. These larger planets developed gravitational forces great enough to attract hydrogen and helium atoms, turning them into gas giants. The smaller planets, such as Earth, could not attract these atoms and became mainly rocky.

21- Which of the following planets is NOT mentioned in the passage?

1) Earth 2) Jupiter 3) Saturn 4) Mars

22- Which of the following best represents the organization of the passage?

1) The process of formation of stars
2) The process of formation of planets
3) Formation of stars followed by formation of planets
4) Formation of planets followed by formation of stars

23- Which of the following is the word "initiating" in line 8 closest in meaning to?

1) Starting 2) Modifying 3) Involving 4) Restricting

24- What is the difference between the larger and the smaller planets?

1) The larger planets have rocky surfaces.
2) The larger planets are closer to the sun.
3) The larger planets attracted hydrogen and helium atoms.
4) The larger planets do not have sufficient gravitational forces.

25- What does the pronoun "it" in line 13 refer to?

1) Gas 2) Sun 3) Dust 4) Hydrogen

PASSAGE 3:

German physicist Max Planck, who was awarded the Nobel Prize in 1918, is best remembered as the originator of the quantum theory. His work helped usher in a new era in theoretical physics and revolutionized the scientific community's understanding of atomic and subatomic processes. Planck introduced an idea that resulted in the quantum theory, which became the foundation of twentieth century physics. In December 1900, he worked out an equation that described the distribution of radiation accurately over the range of low to high frequencies. Planck had developed a theory which depended on a model of matter that seemed very strange at the time. The model required the emission of electromagnetic radiation in small chunks or particles. These particles were later called quantums. The energy associated with each quantum is measured by multiplying the frequency of the radiation, v, by a universal constant, h. Thus, energy (E) equals hv. The constant h is known as Planck's constant. It is now recognized as one of the fundamental constants of the world.

Planck announced his findings in 1900, but it was years before the full consequences of his revolutionary quantum theory were recognized. Throughout his life, Planck made significant contributions to optics, thermodynamics and statistical mechanics, physical chemistry, and other fields. In 1930 he was elected president of the Kaiser Wilhelm Society, which was renamed the Max Planck Society after World War II. Though deeply opposed to the fascist

regime of Adolf Hitler, Planck remained in Germany throughout the war. He died in Gottingen on October 4, 1947.

26- What is the passage mainly about?

1) Max Planck's constant
2) Max Planck's main scientific achievements
3) Brilliant ideas in World War II
4) The evolution of the quantum theory

27- What are the particles of electromagnetic radiation emitted by matter known as?

1) Quantums 2) Atoms 3) Electrons 4) Valences

28- In which of the following fields did Max Planck NOT make a significant contribution to?

1) Optics 2) Thermodynamics
3) Statistical mechanics 4) Biology

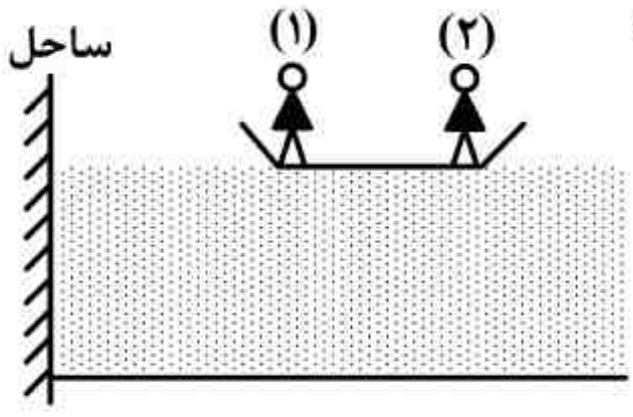
29- Which of the following is the word "universal" in line 10 closest in meaning to?

1) Planetary 2) Always present 3) Worldly 4) Cosmic

30- Which of the following can be inferred about Max Planck?

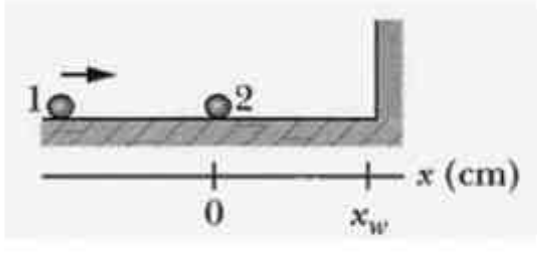
1) He was a patriot and loved his country.
2) He received the Nobel Prize at the turn of the twentieth century.
3) His main findings were published after his death.
4) He established the Kaiser Wilhelm Society.

۳۱- یک قایق یکنواخت به طول $4\,m$ و جرم $100\,kg$ روی آب یک دریاچه ساکن قرار دارد و مطابق شکل زیر دو نفر در دو انتهای قایق نشسته‌اند. این دو نفر جای خود را در قایق با هم عوض می‌کنند و در حین این کار مرکز جرم قایق به اندازه $50\,cm$ از ساحل دور می‌شود. اگر جرم نفر اول $60\,kg$ باشد، جرم نفر دوم تقریباً چند کیلوگرم است؟ از اصطکاک قایق و آب چشم پوشی شود.



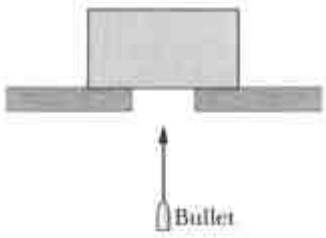
۱) ۹۱/۴۳
۲) ۷۲/۵۰
۳) ۴۶/۶۷
۴) ۵۷/۷۸

۳۲- در شکل زیر ذره شماره ۱ به جرم $m_1 = 200\,g$ و تندی $6\,m/s$ در راستای x در حرکت است. در نقطه $x = 0$ با ذره ساکن شماره ۲ به جرم $m_2 = 400\,g$ برخورد کشسان می‌کند. ذره ۲ پس از رسیدن به دیوار قائم در مکان $x = 80\,cm$ بدون اتلاف انرژی در راستای x بازتاب می‌یابد. ذره ۲ مجدداً با ذره ۱ در چه نقطه‌ای روی محور x بر حسب سانتیمتر برخورد می‌کند؟



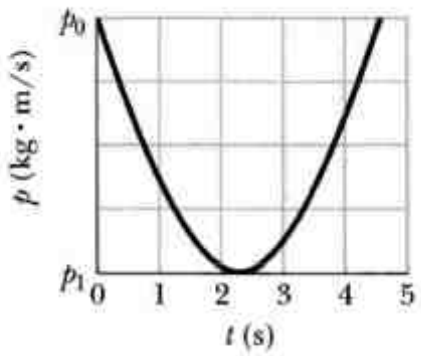
۱) $x = -40$
۲) $x = -160$
۳) $x = -80$
۴) $x = -120$

۳۳- گلوله‌ای به جرم $21g$ در امتداد قائم با تندی $1000m/s$ به سمت بالا در حرکت است. در حین حرکت، این گلوله مطابق شکل زیر به قطعه‌ای نسبتاً نازک به جرم $15kg$ که در حال سکون روی یک سطح افقی قرار دارد، برخورد و از مرکز جرم قطعه عبور کرده و در نهایت با تندی $500m/s$ در امتداد قائم از وجه بالایی قطعه خارج می‌شود. بیشینه ارتفاعی که قطعه به سمت بالا می رود، کدام است؟



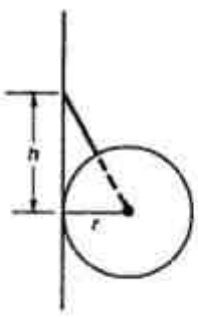
۱) $5/35m$
۲) $10cm$
۳) $2/5cm$
۴) $53/5m$

۳۴- در لحظه $t=0$ توپی به یک سطح افقی برخورد کرده و از آن بازتاب می‌شود. اگر نمودار تکانه خطی توپ بر حسب زمان به شکل زیر باشد، زاویه برخورد توپ با امتداد عمود بر سطح در لحظه برخورد با سطح افقی کدام است؟ در شکل زیر $p_0=6kg\cdot m/s$ و $p_1=3kg\cdot m/s$



۱) 60°
۲) $\sin^{-1}\left(\frac{2}{3}\right)$
۳) 30°
۴) $\sin^{-1}\left(\frac{1}{4}\right)$

۳۵- کره‌ای یکنواخت به شعاع r و جرم $6kg$ مطابق شکل زیر توسط یک نخ سبک از دیوار قائم بدون اصطکاکی آویزان است. امتداد نخ از مرکز کره عبور می‌کند. فاصله محل اتصال نخ به دیوار با نقطه تماس کره با دیوار برابر $h=3r$ است. نیرویی که از طرف کره به دیوار وارد می‌شود چند نیوتن است؟ $g=10m/s^2$



۱) 20
۲) $6\sqrt{10}$
۳) $20\sqrt{10}$
۴) 180

۳۶- ستاره‌ای به شعاع $۵\times۱۰^{۳}\ km$ با دوره تناوب ۴۰ روز به دور خود دوران می‌کند. اگر به سبب رمبش گرانشی شعاع این ستاره $۲۰\ km$ شود، دوره تناوب چرخش ستاره به دور خود چند ثانیه خواهد شد؟

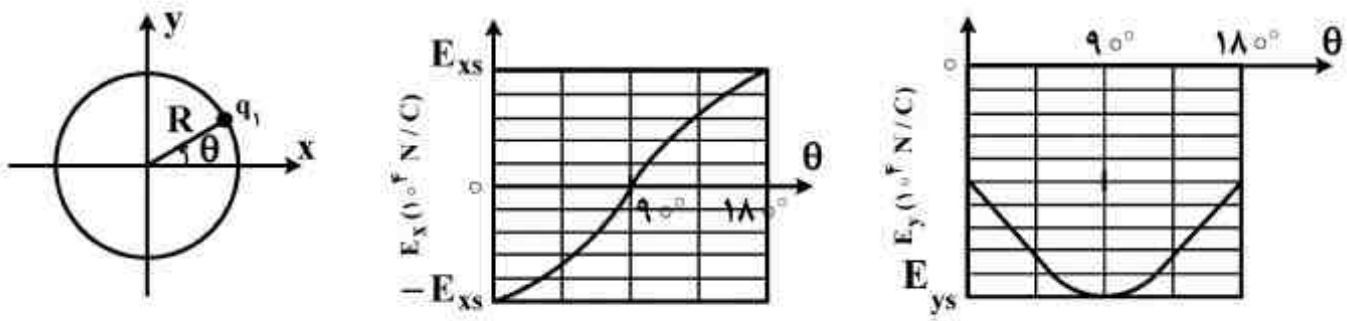
۱) $۱/۳۸\times۱۰^{۴}$

۲) $۷/۳\times۱۰^{-۵}$

۳) $۱/۸\times۱۰^{-۲}$

۴) ۵۵/۳

۳۷- بر روی حلقه عایقی به شعاع $R=۶۰\ cm$ بار نقطه‌ای $q_۲$ در مکان معین ثابتی قرار دارد. بار نقطه‌ای $q_۱$ مطابق شکل (a) بر روی حلقه از مکان $\theta=۰$ تا $\theta=\pi$ تغییر مکان داده می‌شود. در شکل‌های (b) و (c) به ترتیب نمودار تغییرات مولفه‌های x و y میدان الکتریکی خالص در مرکز حلقه بر حسب θ آورده شده است. بردار مکان بار نقطه‌ای $q_۲$ روی حلقه چه زاویه‌ای با محور مثبت x می‌سازد؟ $E_{xs}=۵\times۱۰^{۴}\ N/C$ و $E_{ys}=-۹\times۱۰^{۴}\ N/C$.



(a) (b) (c)

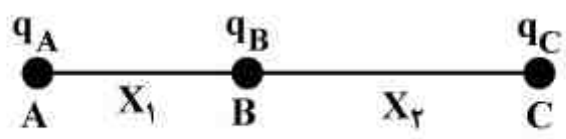
۱) ۱۳۵°

۲) ۱۸۰°

۳) ۲۷۰°

۴) ۲۲۵°

۳۸- سه بار الکتریکی $q_A=-N_۱e$، $q_C=-N_۲e$ و $q_B=(N_۱+N_۲)e$ روی یک خط قرار دارند. بار q_B در میان دو بار دیگر و به فاصله $x_۱$ از بار q_A و به فاصله $x_۲$ از بار q_C قرار دارد. انرژی پتانسیل این مجموعه بار صفر است. کمیت $\frac{۱}{(N_۱+N_۲)(x_۱+x_۲)}$ برابر با کدام عبارت است؟



۱) $\frac{۱}{N_۱x_۱}+\frac{۱}{N_۲x_۲}$

۲) $\frac{N_۱}{x_۱}+\frac{N_۲}{x_۲}$

۳) $\frac{۱}{N_۲x_۱}+\frac{۱}{N_۱x_۲}$

۴) $\frac{N_۲}{x_۱}+\frac{N_۱}{x_۲}$

۳۹- سه پوسته کروی نازک هم‌مرکز رسانا با شعاع‌های $r_1 = r$ ، $r_2 = 2r$ و $r_3 = 3r$ به ترتیب دارای بار الکتریکی q_1، q_2 و q_3 هستند. پوسته‌های به شعاع r_1 و r_3 به زمین (با پتانسیل صفر) متصل هستند، کدام رابطه نادرست است؟

۱) $q_3 = 3q_1$

۲) $q_2 = -3q_3$

۳) $q_2 = -4q_1$

۴) $q_1 + q_3 = -q_2$

۴۰- الکترونی با بار $-e$ و جرم m_e روی محور تقارن عمودی قرص بارداری به شعاع R و چگالی بار سطحی یکنواخت σ در نقطه‌ای به فاصله $h = 2R$ از مرکز قرص از حالت سکون به سمت مرکز حلقه به حرکت در می‌آید. تندی الکترون هنگام رسیدن به مرکز حلقه کدام است؟

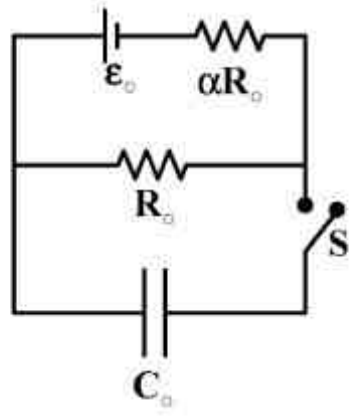
۱) $\frac{2\sigma eR}{\varepsilon_0 m_e}\sqrt{3-\sqrt{5}}$

۲) $\sqrt{\left(\frac{\sigma eR}{\varepsilon_0 m_e}\right)(2-\sqrt{3})}$

۳) $\frac{2\sigma eR}{\varepsilon_0 m_e}\sqrt{2-\sqrt{3}}$

۴) $\sqrt{\left(\frac{\sigma eR}{\varepsilon_0 m_e}\right)(3-\sqrt{5})}$

۴۱- در مدار شکل زیر خازن C_0 در ابتدا کاملا خالی است. با بستن کلید S و گذشتن زمان کافی خازن C_0 کاملا پر می‌شود. مقدار بار الکتریکی نهایی روی صفحات خازن کدام است؟



۱) $\frac{\varepsilon_0 C_0}{\alpha+1}$

۲) $\frac{(\alpha+1)\varepsilon_0 C_0}{\alpha}$

۳) $\frac{\alpha\varepsilon_0 C_0}{\alpha+1}$

۴) $\alpha\varepsilon_0 C_0$

۴۲- یک خازن $8\ \mu F$ تا ولتاژ $60\ V$ شارژ می‌شود. سپس باطری شارژ کننده جدا شده و یک سیم پیچ ایده‌ال با خودالقایی $20\ mH$ به این خازن به صورت سری متصل می‌شود تا نوسانات LC ایجاد شود. بیشینه جریان در سیم پیچ چند آمپر است؟

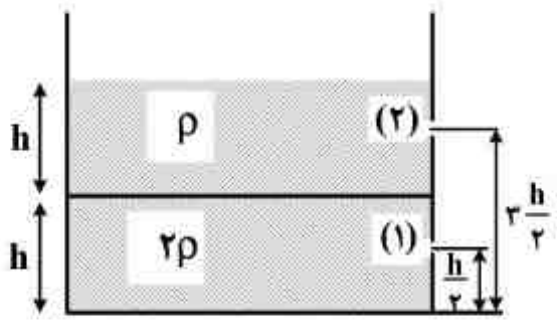
۱) ۱/۲

۲) ۳۷/۹

۳) ۰/۷

۴) ۲۶/۸

۴۳- حجم یکسانی از دو مایع مخلوط ناشدنی با چگالی‌های ρ و 2ρ مطابق شکل زیر در یک ظرف ریخته شده است. دو حفره کوچک ۱ و ۲ در ارتفاع‌های $\frac{h}{2}$ و $\frac{3h}{2}$ از کف ظرف در دیواره ظرف ایجاد می‌شود. تندی خروج مایع از حفره شماره (۱) چند برابر تندی خروج مایع از حفره شماره (۲) است؟



۱) $\frac{1}{4}$

۲) $2\sqrt{2}$

۳) $\frac{1}{2}$

۴) $\sqrt{2}$

۴۴- در یک محیط یک بعدی در راستای x معادله $y = 6\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{0/4}+\frac{x}{60}\right)\right]$ که در آن x و y بر حسب سانتی‌متر و t برحسب ثانیه است، توصیف کننده یک موج ..... است که ..... است.

۱) ساکن ـ فاصله دو شکم متوالی $30\ cm$

۲) متحرک ـ با سرعت $1/5\ m/s$ در جهت منفی x در حرکت

۳) ساکن ـ فاصله دو گره متوالی $3\ cm$

۴) متحرک ـ با سرعت $9/4\ m/s$ در جهت مثبت x در حرکت

۴۵- در شکل زیر نور به طور عمودی بر وجه **ab** یک منشور با ضریب شکست ۱/۶ می‌تابد. این منشور در مایعی با ضریب شکست ۱/۴ قرار دارد. بیشینه مقدار زاویه ϕ که در وجه **ac** بازتاب کلی رخ دهد، کدام است؟

۱) $\cos^{-1}\frac{۵}{۸}$

۲) $\sin^{-1}\frac{۷}{۸}$

۳) $\cos^{-1}\frac{۷}{۸}$

۴) $\sin^{-1}\frac{۵}{۸}$

۴۶- اگر در یک یخچال کارنو، T_H دمای چشمه حرارتی گرم و T_C دمای چشمه حرارتی سرد باشد، در کدام شرایط کارایی این یخچال بیشتر است؟ $(\Delta = T_H - T_C)$

۱) $T_H = ۲۵^\circ C$ و $\Delta = ۵^\circ C$

۲) $T_H = ۸^\circ C$ و $\Delta = ۳^\circ C$

۳) $T_H = ۳۰^\circ C$ و $\Delta = ۱۰^\circ C$

۴) $T_H = ۵^\circ C$ و $\Delta = ۱۵^\circ C$

۴۷- ظرف ایزوله‌ای با دیواره‌ای به دو قسمت چنان تقسیم شده که $V_۲ = ۳V_۱$. در قسمت اول (با حجم $V_۱$) ۵ مول از یک گاز کامل وجود دارد و قسمت دوم (با حجم $V_۲$) خلاء است. اگر ناگهان دیواره جداکننده دو قسمت برداشته شود، در نهایت آنتروپی گاز چه تغییری می‌کند؟

۱) به اندازه $۴۱/۵\ln ۳\ J/K$ افزایش می‌یابد.

۲) به اندازه $۲۴/۹\ln ۵\ J/K$ کاهش می‌یابد.

۳) به اندازه $۸۳\ln ۲\ J/K$ افزایش می‌یابد.

۴) چون در این تحول، حرارتی با محیط مبادله نمی‌شود، آنتروپی گاز تغییری نمی‌کند.

۴۸- تعداد n مول گاز ایده‌ال با ضریب اتمیسیته γ_1 و دمای T را با n مول گاز ایده‌ال دیگر با ضریب اتمیسیته γ_2 در همان دمای T مخلوط می‌کنیم. ذرات دو گاز با هم واکنش شیمیایی ندارند. اگر گاز مخلوط نیز گازی ایده‌ال باشد، ضریب اتمیسیته آن کدام است؟

۱) $\frac{\gamma_1+\gamma_2-2}{2\gamma_1\gamma_2-\gamma_1-\gamma_2}$

۲) $\frac{2\gamma_1\gamma_2-\gamma_1-\gamma_2}{\gamma_1+\gamma_2-2}$

۳) $\frac{\gamma_1+\gamma_2+2}{2\gamma_1\gamma_2+\gamma_1+\gamma_2}$

۴) $\frac{2\gamma_1\gamma_2+\gamma_1+\gamma_2}{\gamma_1+\gamma_2+2}$

۴۹- نوترونی در تعادل گرمایی با محیط اطراف خود با دمای $300\,K$ است. طول موج دوبروی این ذره چند نانومتر است؟ $k_B = 1/4\times10^{-23}\,J/K$ و $m_n = 1/7\times10^{-27}\,kg$

۱) ۷/۳

۲) ۱/۴۵

۳) ۰/۷۳

۴) ۰/۱۴۵

۵۰- بسامد زاویه‌ای امواج سطحی یک مایع بر حسب عدد موجی آن به شکل $\omega(k)=\sqrt{A_0k^3+B_0k}$ است که A_0 و B_0 اعداد ثابتی هستند. در حد طول موج‌های سطحی بسیار کوتاه رابطه میان سرعت گروه و سرعت فاز این امواج کدام است؟

۱) $v_g=\frac{3}{2}v_{ph}$

۲) $v_g=2v_{ph}$

۳) $v_g=\frac{1}{2}v_{ph}$

۴) $v_g=v_{ph}$

۵۱- در اثر برخورد رو در روی یک فوتون گاما با طول موج λ به یک الکترون ساکن، فوتون به اندازه 60° از مسیر اولیه خود منحرف می‌شود و الکترون سرعتی نسبیتی پیدا می‌کند. اگر طول موج فوتون پس از برخورد به اندازه $\Delta\lambda$ افزایش یابد و $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_e}=0/1$ که λ_e طول موج دوبروی الکترون پس از برخورد است، تندی الکترون پس از برخورد تقریباً چند متر بر ثانیه است؟

۱) 3×10^7

۲) 6×10^7

۳) 3×10^6

۴) 6×10^6

۵۲- طول موج و پهنای نوار یک خط طیفی یک ذره به ترتیب $\lambda_{\circ} = ۵۰۰\,nm$ و $\Delta\lambda = ۲\,nm$ است. طول عمر ذره در این حالت انرژی، از چه مرتبه بزرگی برحسب ثانیه است؟

۱) $۱۰^{-۱۶}$

۲) $۱۰^{-۸}$

۳) $۱۰^{-۶}$

۴) $۱۰^{-۱۳}$

۵۳- در اتم پوزیترونیم (که هسته آن به جای پروتون یک پوزیترون دارد.) طول موج فوتون گسیلی در انتقال الکترون برانگیخته از تراز $n = ۳$ به تراز $n = ۲$ چند برابر طول موج فوتون گسیلی در انتقال مشابه در اتم هیدروژن است؟

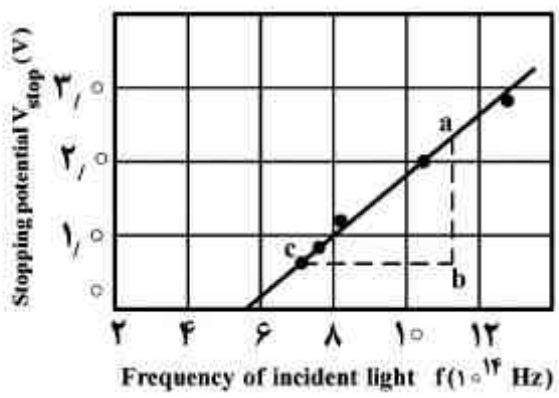
۱) $\frac{۱}{۲}$

۲) ۲

۳) $\frac{۱}{۸}$

۴) ۸

۵۴- در آزمایش فوتوالکتریک برای یک فلز، نمودار پتانسیل متوقف کننده (در واحد ولت) بر حسب بسامد زاویه‌ای نور تابشی (در واحد $۱۰^{۱۴}$ هرتز) مطابق شکل زیر است. تابع کار این فلز تقریبا چند الکترون ولت است؟



۱) ۲/۲۸

۲) ۳/۴۲

۳) ۱/۱۴

۴) ۴/۵۶

۵۵- در یک محیط، یک موج الکترومغناطیسی با طول موج یک میکرون با چگالی ۲×۱۰^{۱۶} فوتون در مترمکعب وجود دارد. اندازه میدان مغناطیسی B تقریبا چند گاوس است؟ $ch = ۲\times۱۰^{-۲۵}\,J\cdot m$

۱) $۱/۴\times۱۰^{-۲}$

۲) ۱/۴

۳) ۷×۱۰^{-۳}

۴) ۰/۷

۵۶- دو موشک در یک لحظه از یک ایستگاه فضایی نسبت به ناظری که در ایستگاه فضایی حضور دارد در مسیرهایی عمود بر هم ایستگاه را ترک می‌کنند. موشک ۱ با تندی $0/4c$ و موشک ۲ با تندی $0/6c$ نسبت به ناظر ساکن در ایستگاه حرکت می‌کنند. تندی موشک ۲ نسبت به موشک ۱ کدام است؟

۱) $0/8c$

۲) $0/6c$

۳) $0/7c$

۴) $0/5c$

۵۷- دو ذره هر یک به جرم m_0 که در یک مسیر مستقیم با تندی ثابت یکسان $v = 0/866c$ به سوی یکدیگر در حرکتند، با یکدیگر برخورد رو در رو می‌کنند. پس از برخورد، این دو ذره نابود و ذره جدیدی با جرم M به وجود می‌آید. کدام رابطه درست است؟

۱) $M = 3/5m_0$

۲) $M = 3m_0$

۳) $M = 4/5m_0$

۴) $M = 4m_0$

۵۸- یک ذره در آزمایشگاه با تندی ثابت $0/96c$ در حرکت است. ویژه طول عمر این ذره $100ns$ است. اگر L_1 و L_2 به ترتیب مسافت‌هایی باشند که ذره نسبت به ناظر آزمایشگاه در چارچوب مکانیک نسبیتی و غیرنسبیتی طی می‌کند، اندازه $L_2 - L_1$ چند متر است؟

۱) ۷۴

۲) ۲۱

۳) ۱۰۳

۴) ۵۳

۵۹- سیستم بوزونی سه ترازه‌ای با انرژی‌های صفر، ε و 2ε در نظر بگیرید. همه ترازهای انرژی دارای تبهگنی مرتبه دو هستند. سیستم متشکل از سه بوزون غیربرهمکنشی و انرژی کل آن 2ε است. تعداد کل میکروحالتهای این سیستم کدام است؟

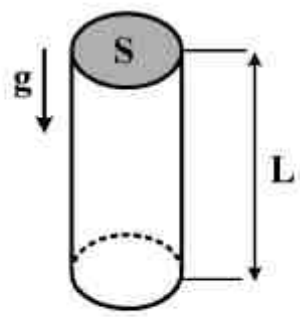
۱) ۶

۲) ۱۲

۳) ۴

۴) ۱۰

۶۰- ظرف استوانه‌ای قائم بلندی با سطح مقطع S و ارتفاع L از گازی ایده‌ال که جرم هر مولکول آن m است پر شده است. این استوانه مطابق شکل زیر در میدان گرانشی با شتاب جاذبه ثابت g قرار دارد. دمای گاز T است. تابع پارش به ازای هر مولکول این گاز کدام است؟



۱) $\left(\frac{(2\pi m)^{5/2}S}{mg}\right)(k_BT)^{3/2}\left(1-e^{-mgL/k_BT}\right)$

۲) $\left(\frac{(2\pi m)^{3/2}S}{mg}\right)(k_BT)^{5/2}\left(1-e^{-mgL/k_BT}\right)$

۳) $\left(\frac{(2\pi m)^{5/2}S}{mg}\right)(k_BT)^{3/2}\left(1+e^{-mgL/k_BT}\right)$

۴) $\left(\frac{(2\pi m)^{3/2}S}{mg}\right)(k_BT)^{5/2}\left(1+e^{-mgL/k_BT}\right)$

۶۱- آنتروپی گازی به شکل $S=\frac{n}{2}\left(s_0+5R\ln\frac{U}{n}+2R\ln\frac{V}{n}\right)$ است، که در آن n تعداد مول، U انرژی داخلی، V حجم سیستم، R ثابت جهانی گازها و s_0 عددی ثابت است. ظرفیت گرمایی در حجم ثابت این گاز کدام است؟

۱) $\frac{5}{3}nR$

۲) $\frac{3}{2}nR$

۳) $\frac{5}{2}nR$

۴) $\frac{5}{4}nR$

۶۲- معادله حالت یک گاز به شکل $P(V-b)=RT$ است که در آن P فشار، V حجم، T دمای سیستم و R و b اعداد ثابتی هستند. ضریب انبساط حجمی این گاز در فشار ثابت کدام است؟

۱) $\frac{1}{T-RT^2/(bP)}$

۲) $\frac{1}{T-bP/R}$

۳) $\frac{1}{T+RT^2/(bP)}$

۴) $\frac{1}{T+bP/R}$

۶۳- مقدارهای کمینه و بیشینه تابع $f(x,y,z)=3x^2+3y^2+2z^2+2xy$ روی سطح کره‌ای به مرکز مبدا مختصات و شعاع R کدام است؟

۱) $2R^2$ و $4R^2$

۲) R^2 و $4\sqrt{2}R^2$

۳) $2R^2$ و $3\sqrt{2}R^2$

۴) $\sqrt{2}R^2$ و $4R^2$

۶۴- در صورت وجود چه شرط یا شرایطی عملگر $\frac{A+iB}{\sqrt{A^2+B^2}}$ عملگری یکانی است؟

۱) هر دو عملگر A و B هرمیتی بوده و با هم جابجایی باشند، یعنی $[A,B]=0$.

۲) فقط باید عملگرهای A و B با هم جابجایی باشند، یعنی $[A,B]=0$.

۳) هر دو عملگر A و B یکانی بوده و با هم جابجایی باشند، یعنی $[A,B]=0$.

۴) فقط باید عملگرهای A و B در رابطه $AB=1$ صدق کنند.

۶۵- اگر حاصل جابجاگردو عملگر A و B عملگری پادهرمیتی باشد، کدام رابطه همواره درست است؟

۱) $(AB)^\dagger=-BA$

۲) $[A,B]=\left[A^\dagger,B^\dagger\right]$

۳) $(AB)^\dagger=AB$

۴) $[A,B]=-\left[A^\dagger,B^\dagger\right]$

۶۶- حاصل انتگرال $\oint_V \frac{d^3r'}{|\vec{r}-\vec{r}'|}$ روی حجم V شامل نقاط داخل کره‌ای به شعاع R_0 کدام است؟ نقطه ثابت $\vec{r}$ خارج کره است.

۱) $\frac{4\pi R_0^3}{3r}$

۲) $\frac{4\pi R_0^4}{3r^2}$

۳) $\frac{4\pi R_0^3}{r}$

۴) $\frac{4\pi R_0^4}{r^2}$

۶۷- با استفاده از روش حساب مانده‌ها حاصل انتگرال $\int_{0}^{\infty} dx \frac{\sqrt{x}}{1+x^2}$ کدام است؟

۱) $\frac{\pi}{2}$

۲) $\sqrt{2}\pi$

۳) $\frac{\pi}{\sqrt{2}}$

۴) π

۶۸- اگر σ_x، σ_y و σ_z ماتریس‌های پائولی باشند، حاصل عبارت $e^{i\theta\sigma_x}\sigma_z e^{-i\theta\sigma_x}$ کدام است؟

۱) $\sigma_z \cos 2\theta + i\sigma_y \sin 2\theta$

۲) $\sigma_z \cos\theta + \sigma_y \sin\theta$

۳) $\sigma_z \cos 2\theta + \sigma_y \sin 2\theta$

۴) $\sigma_z \cos\theta - i\sigma_y \sin\theta$

۶۹- تبدیل فوریه تابع $y(x) = e^{ikx}$ کدام است؟ k عدد ثابتی است.

۱) $\tilde{y}(q) = \sqrt{2\pi}\cos kq$

۲) $\tilde{y}(q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\delta(k+q)$

۳) $\tilde{y}(q) = \frac{i}{\sqrt{2\pi}}(k+q)$

۴) $\tilde{y}(q) = \sqrt{2\pi}\,\delta(k+q)$

۷۰- مقدار عبارت $\sin\left(\frac{\pi}{2} + i\ln 2\right)$ کدام است؟

۱) ۰/۵

۲) ۰/۲۵

۳) ۱/۲۵

۴) ۲/۵

۷۱- سفینه‌ای در یک مدار دایره‌ای حول زمین با تندی ثابت می‌چرخد. در یک لحظه موتورهای سفینه شروع به کار می‌کنند و بدون آن که جهت سرعت سفینه تغییر کند اندازه سرعت آن k برابر اندازه سرعت قبلی می‌شود. حداقل مقدار k برای آن که سفینه بتواند از زمین فرار کند کدام است؟

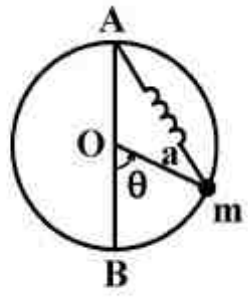
۱) $\sqrt{۲}$

۲) $۴\sqrt{۲}$

۳) ۲

۴) $۲\sqrt{۲}$

۷۲- حلقه‌ای به شعاع R در یک صفحه ثابت قائم قرار دارد. مطابق شکل زیر مهره‌ای به جرم m بر روی این حلقه می‌تواند بدون اصطکاک بلغزد. مهره توسط فنری بدون جرم، با طول طبیعی $۱/۵R$ و ثابت فنر k به نقطه ثابت A (بالاترین نقطه حلقه) متصل است. برای آن که مهره در نقطه B (پایین‌ترین نقطه حلقه) در تعادل پایدار باشد، مقدار k در چه رابطه‌ای باید صدق کند؟



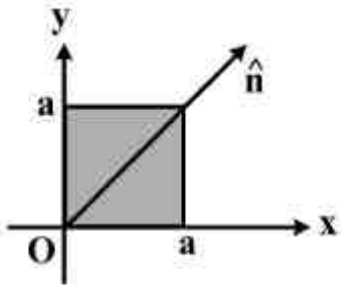
۱) $k > \frac{۴mg}{R}$

۲) $k < \frac{mg}{R}$

۳) $k < \frac{۴mg}{R}$

۴) $k > \frac{۲mg}{R}$

۷۳- ورقه نازک مربعی شکل زیر به ضلع a و چگالی جرمی یکنواخت σ مطابق شکل زیر در صفحه xy قرار دارد. گشتاور لختی این ورقه حول قطر مربع نشان داده شده در شکل (با بردار یکه $\hat{n}$) کدام است؟



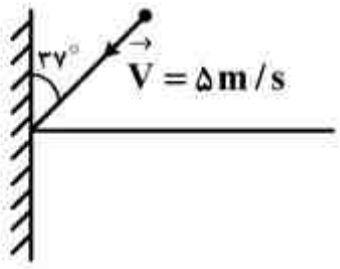
۱) $\frac{۷}{۱۲}\sigma a^۴$

۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۳}\sigma a^۴$

۳) $\frac{۲}{۳}\sigma a^۴$

۴) $\frac{۱}{۱۲}\sigma a^۴$

۷۴- توپی با تندی $5\,m/s$ مطابق شکل زیر تحت زاویه 37° به دیوار صلبی برخورد می‌کند که ضریب بازگشت آن ۰/۵ است. تندی توپ پس از برخورد به این دیوار چند متر بر ثانیه است؟ $\cos 37^\circ = 0/8$



۱) ۲
۲) ۳/۶۱
۳) ۴/۲۷
۴) ۱/۵

۷۵- ذره‌ای به جرم m در راستای محور x تحت تاثیر پتانسیل $V(x)=V_0\frac{2ax}{x^2+b^2}$ حرکت می‌کند که V_0، a و b مقادیر ثابت مثبتی هستند. بسامد زاویه‌ای نوسانات کم دامنه ذره حول نقطه تعادل پایدار آن کدام است؟

۱) $\sqrt{\frac{2bV_0}{a^3m}}$
۲) $\sqrt{\frac{aV_0}{b^3m}}$
۳) $\sqrt{\frac{bV_0}{a^3m}}$
۴) $\sqrt{\frac{2aV_0}{b^3m}}$

۷۶- ذره‌ای به جرم M در یک مسیر مستقیم افقی x با ضریب اصطکاک جنبشی μ تحت تاثیر نیروی وابسته به زمان $\vec{F}(t)=Mg\cos\omega t\,\hat{i}$ حرکت می‌کند. اگر در لحظه $t=0$ تندی ذره v_0 باشد، پس از گذشت مدت زمان $t=\frac{\pi}{2\omega}$ اندازه جابجایی ذره کدام است؟

۱) $\frac{g}{\omega^2}+\frac{\pi}{2\omega}\left(v_0+\frac{\pi g\mu}{4\omega}\right)$
۲) $-\frac{g}{\omega^2}+\frac{\pi}{2\omega}\left(v_0+\frac{\pi g\mu}{2\omega}\right)$
۳) $\frac{g}{\omega^2}+\frac{\pi}{2\omega}\left(v_0-\frac{\pi g\mu}{2\omega}\right)$
۴) $\frac{g}{\omega^2}+\frac{\pi}{2\omega}\left(v_0-\frac{\pi g\mu}{4\omega}\right)$

۷۷- سیاره‌ای تحت تاثیر نیروی گرانشی روی مسیری به شکل بیضی به دور یک ستاره در حال چرخش است. قطر کوچک این بیضی α برابر قطر بزرگ آن است. نسبت سرعت زاویه‌ای سیاره در نزدیکترین نقطه به ستاره به سرعت زاویه‌ای آن در دورترین نقطه به ستاره کدام است؟ مرکز بیضی منطبق بر مبدا مختصات است.

۱) $\frac{۲-\alpha^۲+۲\sqrt{۱-\alpha^۲}}{۲-\alpha^۲-۲\sqrt{۱-\alpha^۲}}$

۲) $\frac{۱-۲\sqrt{۱-\alpha^۲}}{۱+۲\sqrt{۱-\alpha^۲}}$

۳) $\frac{۱+\sqrt{۱-\alpha^۲}}{۱-\sqrt{۱-\alpha^۲}}$

۴) $\frac{\sqrt{۱-\alpha^۲}-\alpha+۱}{\sqrt{۱-\alpha^۲}+\alpha-۱}$

۷۸- در حالت تعادل هیدرواستاتیک درون یک ستاره به شعاع $R_\circ$ تغییرات فشار بر حسب r فاصله از مرکز ستاره به شکل $\frac{dP(r)}{dr}=-G\frac{m(r)\rho(r)}{r^۲}$ است که در آن G ثابت گرانش، $\rho(r)=\rho_\circ\left(۱-\frac{r^۳}{R_\circ^۳}\right)$ چگالی ستاره در نقطه‌ای به فاصله r از مرکز ستاره و $m(r)$ جرم موجود در کره‌ای به شعاع $r<R_\circ$ است. اختلاف فشار در مرکز ستاره با نقطه‌ای در سطح خارجی ستاره کدام است؟

۱) $\frac{۴\pi G}{۳}R_\circ^۲\rho_\circ^۲$

۲) $\frac{۳\pi G}{۱۰}R_\circ^۲\rho_\circ^۲$

۳) $\frac{۷\pi G}{۲۰}R_\circ^۲\rho_\circ^۲$

۴) $\frac{۳۷\pi G}{۶۰}R_\circ^۲\rho_\circ^۲$

۷۹- جسمی به جرم m از حالت سکون در محیطی که به آن نیروی اصطکاک کششی $be^{-a|v|}$ وارد می‌شود در امتداد قائم رها می‌شود، که a و b اعداد ثابت مثبت و v تندی لحظه‌ای جسم است. تندی جسم t ثانیه پس از رها شدن کدام است؟ $(b<mg)$

۱) $\frac{1}{a}\ln\left[\frac{b}{mg}+\left(1-\frac{b}{mg}\right)e^{agt}\right]$

۲) $\frac{1}{a}\ln\left[-\frac{b}{mg}+\left(1+\frac{b}{mg}\right)e^{agt}\right]$

۳) $\frac{1}{a}\ln\left[\frac{mg}{b}+\left(1-\frac{mg}{b}\right)e^{-abt/m}\right]$

۴) $gt+\frac{1}{a}\ln\left(1+\frac{b}{mg}t\right)$

۸۰- ذره‌ای به جرم m تحت تاثیر نیروی باز گرداننده $-kx$ و نیروی میرایی $-b\dot{x}$ در راستای محور x حرکت می‌کند. اگر در لحظه $t=0$ ذره به اندازه x_0 از حالت تعادل جابجا شده و با تندی اولیه صفر رها شود، معادله حرکت ذره کدام است؟ $b=4\sqrt{mk}$ و $\omega_0=\sqrt{k/m}$

۱) $x_0e^{-\omega_0 t}(1+\omega_0 t)$

۲) $\frac{x_0}{2\sqrt{3}}e^{-2\omega_0 t}\left[(2+\sqrt{3})e^{\sqrt{3}\omega_0 t}-(2-\sqrt{3})e^{-\sqrt{3}\omega_0 t}\right]$

۳) $\frac{x_0}{2\sqrt{3}}e^{-2\omega_0 t}\left[(2+\sqrt{3})e^{-\sqrt{3}\omega_0 t}-(2-\sqrt{3})e^{\sqrt{3}\omega_0 t}\right]$

۴) $x_0e^{-2\omega_0 t}\cos\omega_0 t$

۸۱- ذره‌ای تحت تاثیر نیرویی که مولفه‌های آن در مختصات دکارتی به شکل $F_x=ax^3+bxy^2+cz$، $F_y=ay^3+bx^2y$ و $F_z=cx$ است قرار دارد که a، b و c مقادیر ثابتی هستند. کار انجام شده به وسیله این نیرو در جابجایی ذره در امتداد خط مستقیمی از مبدا مختصات به نقطه $(1,2,3)$ کدام است؟

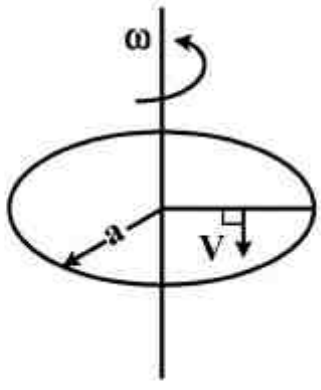
۱) $17a+8b+6c$

۲) $\frac{a}{4}+2b+3c$

۳) $\frac{17a}{4}+2b+3c$

۴) $\frac{17a}{4}+4b+6c$

۸۲- یک قرص چرخان افقی به شعاع a با سرعت زاویه‌ای ثابت ω_0 می‌چرخد. شخصی به جرم m روی این قرص و به فاصله نصف شعاع از مرکز قرص قرار دارد. اگر این شخص با تندی $v = \frac{a\omega_0}{4}$ نسبت به قرص و در راستای عمود بر شعاع مطابق شکل زیر حرکت کند، اندازه نیروی موثری که شخص احساس می‌کند کدام است؟



۱) صفر

۲) $\frac{3}{4}m\omega_0^2 a$

۳) $m\omega_0^2 a$

۴) $\frac{1}{2}m\omega_0^2 a$

در سوال‌های ۸۳ و ۸۴ گلوله آونگی به جرم m به وسیله ریسمانی به طول ℓ از نقطه آویزی آویزان شده است. نقطه آویز در امتداد محور قائم y طبق معادله $y = a\cos\omega t$ بالا و پایین می‌رود. موقعیت آونگ به وسیله زاویه θ که ریسمان با امتداد قائم رو به پایین می‌سازد توصیف می‌شود.

۸۳- کدام عبارت می‌تواند تابع لاگرانژین سیستم باشد؟

۱) $\frac{m}{2}\left(\ell^2\dot{\theta}^2 + a^2\omega^2\sin^2\omega t\right) - mg\ell\cos\theta$

۲) $\frac{m}{2}\left(\ell^2\dot{\theta}^2 + a^2\omega^2\sin^2\omega t + 2a\ell\omega\dot{\theta}\sin\theta\sin\omega t\right) + mg\ell\cos\theta + mga\cos\omega t$

۳) $\frac{m}{2}\left(\ell^2\dot{\theta}^2 + a^2\omega^2\sin^2\omega t - 2a\ell\omega\dot{\theta}\cos\theta\sin\omega t\right) - mg\ell\cos\theta - mga\cos\omega t$

۴) $\frac{m}{2}\left(\ell^2\dot{\theta}^2 + a^2\omega^2\sin^2\omega t\right) + mg\ell\cos\theta$

۸۴- معادله حرکت مختصه θ کدام است؟

۱) $\ell^2\ddot{\theta} - 2a\ell\omega\dot{\theta}\sin\omega t - g\ell\sin\theta = 0$

۲) $\ell^2\ddot{\theta} + +2a\ell\omega\dot{\theta}\cos\theta\sin\omega t + a\ell\omega^2\sin\theta\cos\omega t + g\ell\sin\theta = 0$

۳) $\ell^2\ddot{\theta} - a\ell\omega\dot{\theta}\cos\theta\sin\omega t - g\ell\sin\theta = 0$

۴) $\ell^2\ddot{\theta} + a\ell\omega^2\sin\theta\cos\omega t + g\ell\sin\theta = 0$

۸۵- ضریب شکست یک محیط خطی و همسانگرد با ضریب گذردهی الکتریکی $\varepsilon(\omega) = K_e(\omega)\varepsilon_0$ و ضریب تراوایی مغناطیسی $\mu(\omega) = K_m(\omega)\mu_0$ کدام است؟

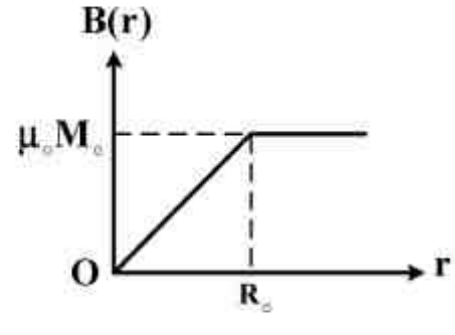
۱) $\sqrt{K_e(\omega)K_m(\omega)}$

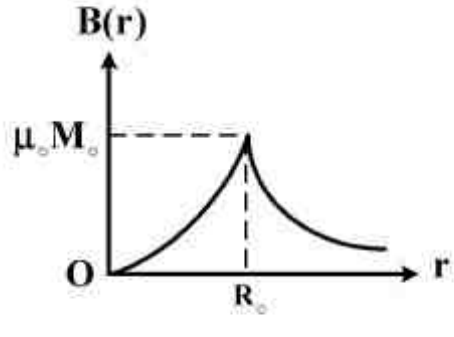
۲) $K_m(\omega)/K_e(\omega)$

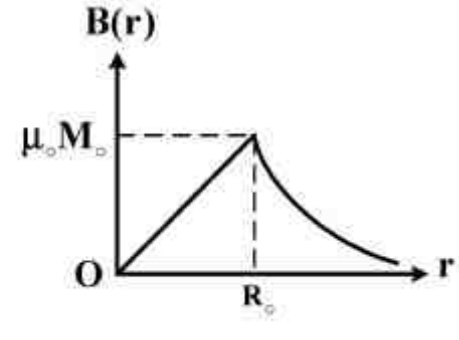
۳) $K_e(\omega)/K_m(\omega)$

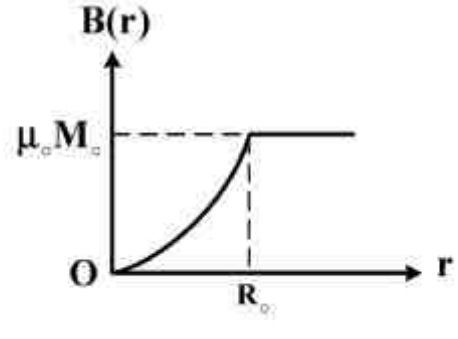
۴) $K_e(\omega)K_m(\omega)$

۸۶- بردار قطبیدگی مغناطیسی درون یک میله مغناطیسی استوانه‌ای شکل بسیار طویل به شعاع R به شکل $\vec{M}(r) = M_\circ \left(\frac{r}{R}\right)\hat{\varphi}$ است، که r فاصله یک نقطه در داخل استوانه از محور استوانه است. نمودار تغییرات اندازه میدان مغناطیسی $B(r)$ بر حسب r کدام است؟ محور z منطبق بر محور استوانه و $\hat{\varphi}$ بردار یکه سمتی در مختصات استوانه‌ای است.

۱)


۲)


۳)


۴)


۸۷- پروتونی با تندی $3\,km/s$ از فاصله ۱۰ کیلومتری به سمت پروتون ساکنی که در جای خود میخکوب شده فرستاده می‌شود. نزدیکترین فاصله‌ای که این دو پروتون از هم پیدا می‌کنند، تقریباً کدام است؟

$m_P = 2\times10^{-27}\,kg$

۱) $5\,mm$

۲) $2/6\,\mu m$

۳) $26\,nm$

۴) $5\,cm$

۸۸- در محیطی در حضور بارهای الکتریکی آزاد با چگالی حجمی $\rho(\vec{r},t)$ و جریان الکتریکی با چگالی $\vec{J}(\vec{r},t)$ معادله موج برای میدان مغناطیسی به شکل $\left(\nabla^2 - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)\vec{B}(\vec{r},t) = \vec{X}$ است. در سیستم واحدهای SI بردار $\vec{X}$ کدام است؟

۱) $-\mu_\circ \vec{\nabla}\times\vec{J}$

۲) $-\mu_\circ \vec{\nabla}\times\vec{J} + \varepsilon_\circ^{-1}\vec{\nabla}\rho$

۳) $\mu_\circ \vec{\nabla}\times\vec{J} - \varepsilon_\circ^{-1}\vec{\nabla}\rho$

۴) $\mu_\circ \vec{\nabla}\times\vec{J}$

۸۹- پوسته نازک کروی عایقی به شعاع R دارای بار الکتریکی q است که به طور یکنواخت روی سطح آن توزیع شده است. اگر این کره با سرعت زاویه‌ای ثابت ω حول یکی از قطرهای خود به دوران درآید، اندازه میدان مغناطیسی در مرکز کره کدام است؟

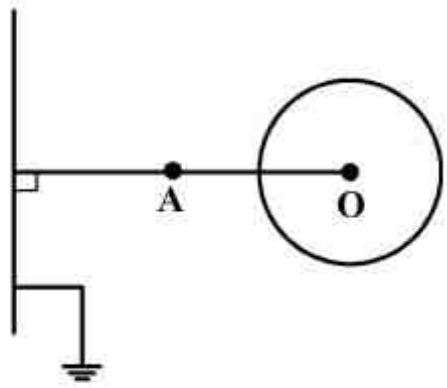
۱) $\frac{\mu_0 q \omega}{8\pi R}$

۲) $\frac{4\mu_0 q \omega}{\pi R}$

۳) $\frac{2\mu_0 q \omega}{\pi R}$

۴) $\frac{\mu_0 q \omega}{6\pi R}$

۹۰- بار کل Q در یک حجم کروی به شعاع R با چگالی حجمی $\rho = Cr$ توزیع شده است، که C عددی ثابت و r فاصله از مرکز کره است. در فاصله d از مرکز کره، صفحه رسانای بسیار بزرگِ متصل به زمین قرار دارد به طوری که $d > 2R$. پتانسیل الکتریکی در نقطه A در وسط پاره خط عمود بر صفحه از مرکز کره کدام است؟



۱) $\frac{Q}{12\pi\varepsilon_0 d}$

۲) $\frac{3Q}{8\pi\varepsilon_0 d}$

۳) $\frac{3Q}{16\pi\varepsilon_0 d}$

۴) $\frac{Q}{3\pi\varepsilon_0 d}$

۹۱- تعداد N دور سیم نازک به دور کره چوبینی به شعاع a تنگ هم چنان پیچیده شده‌اند که صفحه سیم پیچ‌ها عمود بر یک قطر معین کره است. اگر از این سیم پیچ جریان الکتریکی ثابتی به شدت I عبور کند، میدان مغناطیسی در مرکز کره کدام است؟

۱) $\frac{\mu_0 NI}{2a}$

۲) صفر

۳) $\frac{\mu_0 NI}{2\pi a}$

۴) $\frac{\mu_0 NI}{4a}$

۹۲- درون یک پوسته استوانه‌ای بسیار بلند عایقی با شعاع داخلی a و شعاع خارجی $2a$ بار الکتریکی با چگالی حجمی $\rho(r)=\rho_0\left(1-\frac{r}{2a}\right)$ توزیع شده است که r فاصله یک نقطه از محوراستوانه است. اختلاف پتانسیل دیواره داخلی و خارجی $V(2a)-V(a)$ کدام است؟

۱) $\frac{a^2\rho_0}{18\varepsilon_0}(12\ln 2-13)$

۲) $\frac{a^2\rho_0}{36\varepsilon_0}(12\ln 2-13)$

۳) $\frac{a^2\rho_0}{36\varepsilon_0}(6\ln 2-13)$

۴) $\frac{a^2\rho_0}{18\varepsilon_0}(6\ln 2-13)$

۹۳- اگر u چگالی حجمی انرژی امواج الکترومغناطیسی، $\vec{v}_p$ سرعت انتشار امواج، $\vec{S}$ شار انرژی امواج در واحد سطح، $\vec{J}$ چگالی جریان الکتریکی و ρ چگالی حجمی بار الکتریکی باشد، کدام رابطه درست است؟

۱) $\vec{S}=u\vec{J}$

۲) $u=\rho\vec{S}\cdot\vec{J}$

۳) $\vec{J}=\rho\vec{v}_p$

۴) $\vec{S}=u\vec{v}_p$

۹۴- نوری از خلا با زاویه تابش θ_i به فصل مشترک خلا و یک محیط رسانای کامل (منطبق بر صفحه $z=0$) می‌تابد. اگرمیدان الکتریکی نور تابشی به صورت $\vec{E}_i=E_0 e^{-ik(x\sin\theta_i+z\cos\theta_i)}\hat{j}$ باشد، $\vec{E}_r$ میدان الکتریکی پرتو بازتابی از فصل مشترک کدام است؟ محور z بر صفحه فصل مشترک عمود و جهت آن به سمت داخل محیط رسانا است.

۱) $-E_0 e^{-ik(x\sin\theta_i-z\cos\theta_i)}\hat{j}$

۲) $E_0 e^{-ik(x\sin\theta_i-z\cos\theta_i)}(\hat{i}-\hat{j})$

۳) $-E_0 e^{ik(x\sin\theta_i+z\cos\theta_i)}\hat{j}$

۴) $E_0 e^{-ik(x\sin\theta_i-z\cos\theta_i)}\hat{j}$

۹۵- تیغه دی‌الکتریک ضخیمی با ضریب شکست $n_۳ = ۳$ با لایه نازکی به ضخامت L و ضریب شکست $n_۲ = ۲/۵$ اندود شده است. نوری با طول موج $۶۰۰\,nm$ از محیط دی‌الکتریکی با ضریب شکست $n_۱ = ۱/۳۳$ بر روی این لایه به طور عمودی (با زاویه تابش صفر) فرود می‌آید. حداقل مقدار L چند نانومتر باید باشد تا بازتابی از لایه نازک به محیط $n_۱$ وجود نداشته باشد؟

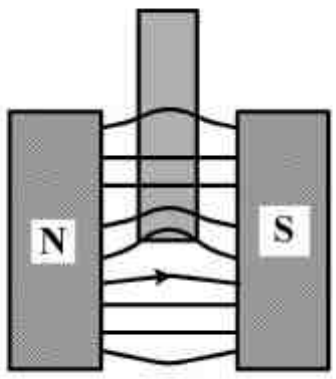
۱) ۱۲۰

۲) ۵۰

۳) ۶۰

۴) ۱۰۰

۹۶- میدان مغناطیسی بین دو قطب یک آهنربای الکتریکی همواره یکنواخت و برابر مقدار ثابت $۳T$ نگه داشته می‌شود. یک میله پارامغناطیسی استوانه‌ای با پذیرفتاری $\chi_m = ۲\times۱۰^{-۵}$ و شعاع $۲cm$ مطابق شکل زیر در این میدان گذاشته می‌شود. نیروی وارد بر این میله چند نیوتن است؟ میله فقط می‌تواند در امتداد محور خود حرکت کند.



۱) ۱/۸

۲) ۹×۱۰^{-۲}

۳) ۹×۱۰^{۲}

۴) $۱/۱\times۱۰^{-۳}$

۹۷- در موضوع تابش امواج الکترومغناطیسی از یک توزیع بار- جریان وابسته به زمان، کدام عبارت نادرست است؟

۱) در منطقه تابش، هر یک از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به صورت $r^{-۲}$ افت می‌کنند.

۲) یک توزیع بار با تقارن کروی که فقط در جهت شعاعی نوسان می‌کند، به طوری که در هر لحظه تقارن کروی خود را حفظ می‌کند، تابشی گسیل نمی‌کند.

۳) توان تابشی از یک بار الکتریکی شتاب دارِ غیر نسبیتی متناسب با مربع شتاب ذره است.

۴) شار انرژی تابشی در امتداد عمود بر راستای یک آنتنِ گسیل کننده امواج، بیشینه است.

۹۸- در پراکندگی کامپتون یک پرتو ایکس با طول موج λ از الکترون‌های ساکن به جرم m_e، رابطه میان φ زاویه پراکندگی پرتو ایکس پراکنده شده با K انرژی جنبشی الکترون پراکنده شده در حالتی که $K << \frac{hc}{\lambda}$ کدام است؟

۱) $\cos\varphi = ۱ - \frac{m_e c^۲ K}{۲(hc/\lambda)^۲}$

۲) $\cos\varphi = ۱ - \frac{K}{۲(hc/\lambda)}$

۳) $\cos\varphi = ۱ - \frac{K}{(hc/\lambda)}$

۴) $\cos\varphi = ۱ - \frac{m_e c^۲ K}{(hc/\lambda)^۲}$

۹۹- در یک چاه پتانسیل دوبعدی از جنس GaAs که چگالی الکترون‌ها در آن $۱۰^{۱۲}\ cm^{-۲}$ است، طول موج دوبروی یک الکترون در تراز فرمی تقریبا چند نانومتر است؟

۱) ۰/۴

۲) ۲۵

۳) ۴

۴) ۲/۵

۱۰۰- تابع موج ذره‌ای به جرم m محصور در بازه‌ی یک بعدی $-۴L \le x \le ۶L$ به صورت

$$\psi(x) = \begin{cases} A(۴L + x) & -۴L \le x \le L \\ A(۶L - x) & L \le x \le ۶L \\ ۰ & x < -۴L\ ,\ x > ۶L \end{cases}$$

است، که در آن A مقدار ثابتی است. مقدار چشمداشتی انرژی جنبشی ذره در این حالت کدام است؟

۱) $۵۰\frac{\hbar^۲}{mL^۲}$

۲) $\frac{۳}{۲۵}\frac{\hbar^۲}{mL^۲}$

۳) $\frac{۳}{۵۰}\frac{\hbar^۲}{mL^۲}$

۴) $۲۵\frac{\hbar^۲}{mL^۲}$

۱۰۱- اگر به جای نیروی کولن میان الکترون و پروتون نیروی گرانش مسئول تشکیل اتم هیدروژن بود، مرتبه بزرگی شعاع اتم هیدروژن چند متر می شد؟ ثابت جهانی گرانش $۶/۷\times۱۰^{-۱۱}\,m^{۳}kg^{-۱}s^{-۲}$ است.

۱) $۱۰^{-۹}$

۲) $۱۰^{۲۹}$

۳) $۱۰^{۹}$

۴) $۱۰^{۱۸}$

۱۰۲- ذره‌ای به جرم $۹۳\,MeV/c^{۲}$ در داخل جعبه‌ای مکعب مستطیلی با ابعاد $۲nm\times۳nm\times۴nm$ محبوس است. انرژی لازم برای گذار این ذره از حالت پایه به اولین حالت برانگیخته جعبه تقریبا چند eV است؟ $hc=۱/۲۴\times۱۰^{-۲}\,MeV\cdot Å$

۱) $۶/۲\times۱۰^{-۴}$

۲) $۳/۱\times۱۰^{-۳}$

۳) $۱/۶\times۱۰^{-۳}$

۴) $۳/۹\times۱۰^{-۴}$

۱۰۳- تابع موج ذره‌ای به جرم m به شکل $\psi(\vec{r},t)=e^{iD(\vec{r},t)/\hbar}$ است که در آن $D(\vec{r},t)$ یک تابع مختلط است. جریان احتمال این ذره کدام است؟

۱) $\frac{\hbar}{۲m}\mathrm{Re}(D\vec{\nabla}D)$

۲) $\frac{۱}{m}|\psi|^{۲}\vec{\nabla}(\mathrm{Re}\,D)$

۳) $\frac{۱}{۲m}|\psi|^{۲}\vec{\nabla}(\mathrm{Re}\,D)$

۴) $\frac{\hbar}{m}\mathrm{Re}(D\vec{\nabla}D)$

۱۰۴- انرژی پتانسیل ذره‌ای به جرم m در صفحه xy به شکل $V(x,y)=\frac{۱}{۲}k_x x^{۲}+\frac{۱}{۲}k_y y^{۲}$ است که در آن $k_y=۴k_x$ است. در صورتی که انرژی مکانیکی ذره $\frac{۱۷\hbar}{۲}\sqrt{\frac{k_x}{m}}$ باشد، مرتبه تبهگنی حالت‌های کوانتومی ذره کدام است؟

۱) ۴

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۵

۱۰۵- اگر $\psi_0(x)$ ویژه تابع عملگر $A = i\left(x + (x^2+1)\frac{d}{dx}\right)$ با ویژه مقدار صفر باشد، احتمال آن که ذره‌ای در یک بعد با تابع حالت $\psi_0(x)$ در محدوده $-1 \le x \le 1$ یافت شود، کدام است؟

۱) $\frac{\pi}{4}$

۲) $\frac{1}{4}$

۳) $\frac{1}{2}$

۴) $\frac{\pi}{8}$

۱۰۶- هامیلتونی یک سامانه کوانتومی دو ترازه در یک پایه متعامد بهنجار متشکل از بردارهای $|\phi_1\rangle$ و $|\phi_2\rangle$ به شکل $H = \varepsilon_0\left(|\phi_1\rangle\langle\phi_1| - 2|\phi_2\rangle\langle\phi_2| + 2i|\phi_1\rangle\langle\phi_2| - 2i|\phi_2\rangle\langle\phi_1|\right)$ داده شده است. بردار حالت پایه این سامانه در لحظه $t = 0$ و مقدار انرژی آن کدام است؟ ε_0 ضریب ثابت مثبتی است.

۱) $\frac{1}{\sqrt{5}}\left(2i|\phi_1\rangle + |\phi_2\rangle\right)$ و $-2\varepsilon_0$

۲) $\frac{1}{\sqrt{5}}\left(|\phi_1\rangle + 2i|\phi_2\rangle\right)$ و $-3\varepsilon_0$

۳) $\frac{1}{\sqrt{5}}\left(|\phi_1\rangle + 2|\phi_2\rangle\right)$ و $-3\varepsilon_0$

۴) $\frac{1}{\sqrt{5}}\left(2|\phi_1\rangle - |\phi_2\rangle\right)$ و $-2\varepsilon_0$

۱۰۷- عملگر $A = \left(\cos^2\beta\, L_x^2 + \sin^2\beta\, L_y^2 + 2L_z^2\right)$ را که در آن L_i ها مولفه‌های عملگر تکانه زاویه‌ای مداری و β پارامتری حقیقی است در نظر بگیرید. مقدار متوسط این عملگر در حالت $|\ell, m_\ell\rangle$ (ویژه حالت مشترک عملگرهای L^2 و L_z) کدام است؟

۱) $\frac{\hbar^2}{2}\left(\ell(\ell+1)\cos 2\beta + m_\ell(2m_\ell+1)\right)$

۲) $\frac{\hbar^2}{2}\left(\ell(\ell+1)\cos 2\beta + m_\ell^2(4-\cos 2\beta)\right)$

۳) $\frac{\hbar^2}{2}\left(\ell(\ell+1) + m_\ell^2\right)$

۴) $\frac{\hbar^2}{2}\left(\ell(\ell+1)\cos 2\beta + m_\ell(2m_\ell-1)\right)$

۱۰۸- سیستمی از دو الکترون بدون برهمکنش که هریک تحت تاثیر پتانسیل نوسانگر هماهنگ یک بعدی با بسامد زاویه‌ای ω قرار دارد تشکیل یافته است. اگر این سیستم در حالت اسپینی سه‌گانه (triplet) باشد، انرژی دومین حالت برانگیخته سیستم و مرتبه تبهگنی آن کدام است؟

۱) $۴\hbar\omega$ و ۱

۲) $۳\hbar\omega$ و ۲

۳) $۵\hbar\omega$ و ۳

۴) $۴\hbar\omega$ و ۲

۱۰۹- ذره‌ای به جرم m در چاه پتانسیل دوبعدی $V(x,y)=\begin{cases}۰ & ۰<x<a,\ ۰<y<b \\ \infty & \text{otherwise}\end{cases}$ قرار دارد که در آن $b=۲a$. اگر انرژی پتانسیل اختلالی $\lambda\delta(x-y)$ به هامیلتونی اولیه اضافه شود، انرژی اولین تراز برانگیخته تا مرتبه اول اختلال کدام است؟

۱) $\frac{h^۲}{۴ma^۲}+\frac{۳\lambda}{۴a}$

۲) $\frac{h^۲}{۴ma^۲}+\frac{۳\lambda}{۲a}$

۳) $\frac{۱۷h^۲}{۱۶ma^۲}+\frac{۳\lambda}{۲a}$

۴) $\frac{۱۷h^۲}{۱۶ma^۲}+\frac{\lambda}{۴a}$

۱۱۰- ذره‌ای به جرم m درون یک چاه کروی بی نهایت $V(r)=\begin{cases}۰ & ۰\le r<a \\ \infty & r>a\end{cases}$ به دام افتاده است. در حالتی که تکانه زاویه مداری آن صفر $(\ell=۰)$ و انرژی ذره $\frac{h^۲}{۲ma^۲}$ باشد، احتمال آن که ذره در بازه $۰\le r\le a/۴$ یافت شود، کدام است؟

۱) $\frac{\pi}{۴}$

۲) $\frac{۱}{۴}$

۳) $\frac{۱}{۸}$

۴) $\frac{۱}{۱۶\pi}$