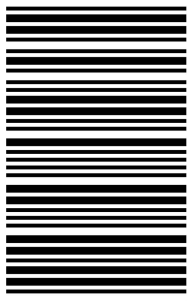


کد کنترل

332A



332A



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

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»
مقام معظم رهبری (ره)

صبح جمعه

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته – سال ۱۴۰۵
فیزیک (کد ۱۲۰۴)

مدت زمان پاسخ‌گویی: ۲۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۹۵ سؤال

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۲۵	۱	۲۵
۲	دروس تخصصی ۱ (فیزیک پایه ۱، ۲ و ۳)، فیزیک جدید، ترمودینامیک و مکانیک آماری، ریاضی فیزیک (۱ و ۲)	۳۵	۲۶	۶۰
۳	دروس تخصصی ۲ (مکانیک کلاسیک ۱ و ۲)، الکترومغناطیس (۱ و ۲)، مکانیک کوانتومی (۱ و ۲)	۳۵	۶۱	۹۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

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

امضا:

زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی):

PART A: Vocabulary

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

- 1- Remember that Instagram is not a good of medical and health-related information.
1) discovery 2) source 3) cause 4) agreement
- 2- Management says that the person who built the building is for the current problems.
1) leading 2) different 3) surprising 4) responsible
- 3- The psychologist told him to on the part of the problem that troubled him.
1) focus 2) solve 3) blame 4) base
- 4- Some of his scenarios are too extreme, but they have the of acknowledging the darkness that lies in all human hearts.
1) dissipation 2) omission 3) advantage 4) flaw
- 5- You can easily some students to a category, and some students belong to several, and some just sit in the back and all you know is their names.
1) assign 2) abdicate 3) rejoice 4) falter
- 6- What aggravated his offense was the attitude he exhibited before the jury in the courtroom.
1) ingenious 2) defiant 3) versatile 4) reverent
- 7- In a video statement, Mr. Comey declared his innocence and welcomed an opportunity to himself in a trial.
1) obviate 2) vindicate 3) repudiate 4) retaliate

PART B: Cloze Test

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

Modern psychologists have many interests,(8) upon different theories and approaches depending on what they are studying. There has been tremendous growth in the topics studied by psychologists(9) developments in computers and data analysis. The American Psychological Association currently has 45 divisions,(10) representing areas of special interest to psychologists.

- 8- 1) drawing 2) that draw 3) draw 4) who draws
- 9- 1) that part is due to 2) of which part due to
3) whose due part into 4) due in part to
- 10- 1) which 2) they 3) each 4) them

PART C: Reading Comprehension

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

PASSAGE 1:

By the end of the 19th century, physicists almost universally accepted the wave theory of light. However, though the ideas of classical physics explain interference and diffraction phenomena relating to the spread of light, they do not account for the absorption and emission of light. All bodies radiate electromagnetic energy as heat; in fact, a body emits radiation at all wavelengths. The energy radiated at different wavelengths is a maximum at a wavelength that depends on the temperature of the body; the hotter the body, the shorter the wavelength for maximum radiation.

Attempts to calculate the energy distribution for the radiation from a blackbody using classical ideas were unsuccessful. A blackbody is a hypothetical ideal body or surface that absorbs and reemits all radiant energy falling on it. One formula, proposed by Wilhelm Wien of Germany, did not agree with observations at long wavelengths, and another, proposed by Lord Rayleigh (John William Strutt) of England, disagreed with those at short wavelengths. In 1900 the German theoretical physicist Max Planck made a bold suggestion. He assumed that the radiation energy is emitted, not continuously, but rather in discrete packets called quanta.

- 11- The underlined word “explain” in paragraph 1 is closest in meaning to
 1) receive 2) evaluate 3) ignore 4) clarify
- 12- The underlined word “they” in paragraph 1 refers to
 1) physicists 2) phenomena
 3) ideas 4) absorption and emission
- 13- According to paragraph 1, which of the following is true about a body’s temperature and its radiation wavelength for maximum radiation?
 1) The higher the first one, the shorter the second one.
 2) The lower the first one, the shorter the second one.
 3) Body temperature and wavelength are not related.
 4) The warmer the body, the longer the wavelength.
- 14- All of the following words are mentioned in the passage EXCEPT
 1) absorbs 2) electromagnetic 3) distribution 4) conductive
- 15- According to the passage, which of the following is true?
 1) At the end of the 19th century and beyond, serious disagreements about the wave theory of light continued to exist.
 2) The idea that radiation energy is emitted in the form of discrete packets called quanta was in a sense unconventional.
 3) Research suggests that all bodies radiate energy in the form of heat but only at short wavelengths.
 4) Formulas proposed by Wien and Strutt did not match with observations at short and long wavelengths, respectively.

PASSAGE 2:

Feynman's stature among physicists transcended the sum of even his sizable contributions to the field. His bold and colorful personality, unencumbered by false dignity or notions of excessive self-importance, seemed to announce: "Here is an unconventional mind." He was a master calculator who could create a dramatic impression in a group of scientists by slashing through a difficult numerical problem. His purely intellectual reputation became a part of the scenery of modern science. His fellow physicists admired him for his flashes of inspiration and other qualities as well such as a faith in nature's simple truths, a skepticism about official wisdom, and an impatience with mediocrity.

When Feynman died in 1988 after a long struggle with cancer, his reputation was still confined to the scientific community; his was not a household name. Many Americans had seen him for the first time when, already ill, he served on the presidential commission that investigated the 1986 explosion of the space shuttle Challenger. He conducted an illustrative demonstration at a televised hearing, confronting an evasive NASA witness by dunking a piece of rubber seal in a glass of ice water, proving how predictable the failure of the booster rocket's rubber seal was on the freezing morning of Challenger's launch.

- 16- The underlined word "impression" in paragraph 1 is closest in meaning to
 1) influence 2) theory 3) discovery 4) settlement
- 17- Which of the following is NOT mentioned with reference to Feynman in paragraph 1?
 1) He had a strong personality. 2) He was a great physicist.
 3) He believed in conservative ideas. 4) He was respected by his colleagues.
- 18- Which of the following best expresses the writer's opinion about the claim that Feynman was popular among non-specialists at his death mentioned in paragraph 2?
 1) Neutral 2) Approving 3) Ambivalent 4) Disapproving
- 19- Which of the following techniques is used in the passage?
 1) Definition 2) Exemplification
 3) Statistics 4) Appeal to authority
- 20- The passage provides sufficient information to answer which of the following questions?
 I. In which century was Feynman born?
 II. Was the space shuttle Challenger the first satellite launched into the space?
 III. Do the writer and Feynman agree that the failure of the "rubber seal" was predictable?
 1) I and II 2) Only II 3) Only III 4) I and III

PASSAGE 3:

[1] The idea of entropy provides a mathematical way to encode the intuitive notion of which processes are impossible, even though they would not violate the fundamental law of conservation of energy. For example, a block of ice placed on a hot stove surely melts, while the stove grows cooler. Such a process is called irreversible because no slight change will cause the melted water to turn back into ice while the stove grows hotter. In contrast, a block of ice placed in an ice-water bath will either thaw a little more or freeze a little more, depending on whether a small amount of heat is added to or subtracted from the system. [2] Such a process is reversible because only an infinitesimal amount of heat is needed to change its direction from progressive freezing

to progressive thawing. Similarly, compressed gas confined in a cylinder could either expand freely into the atmosphere if a valve were opened (an irreversible process), or it could do useful work by pushing a moveable piston against the force needed to confine the gas. The latter process is reversible because only a slight increase in the restraining force could reverse the direction of the process from expansion to compression. [3]

To provide a quantitative measure for the direction of spontaneous change, Clausius introduced the concept of entropy as a precise way of expressing the second law of thermodynamics. [4] The Clausius form of the second law states that spontaneous change for an irreversible process in an isolated system (that is, one that does not exchange heat or work with its surroundings) always proceeds in the direction of increasing entropy. For example, the block of ice and the stove constitute two parts of an isolated system for which total entropy increases as the ice melts.

- 21- Why does the writer mention cylinder in paragraph 1?**
 1) To further explain a point mentioned earlier with reference to another form of matter
 2) To illustrate that the point mentioned earlier is not necessarily true in all forms of matter
 3) To demonstrate how irreversible processes may sometimes change into reversible ones
 4) To indicate that entropy, in both of its variations, takes place in all forms of solid materials
- 22- The underlined word “its” in paragraph 2 refers to**
 1) irreversible process
 2) isolated system
 3) heat
 4) change
- 23- Which of the following best describes the overall tone of the passage?**
 1) Ambivalent
 2) Passionate
 3) Ironical
 4) Objective
- 24- According to the passage, which of the following is true?**
 1) For an irreversible process in an isolated system, according to Clausius, spontaneous change always goes in the direction of increasing entropy.
 2) The principle of entropy, as well as its implications, absolutely breach the fundamental law of conservation of energy.
 3) A block of ice placed in ice-water results in a reversible process because no less than a huge amount of heat can change its direction.
 4) Cubes of ice and a hot stove represent two parts of an isolated system for which total entropy diminishes as the ice begins to thaw.
- 25- In which position marked by [1], [2], [3] or [4], can the following sentence best be inserted in the passage?**
For reversible processes, the system is in equilibrium with its environment, while for irreversible processes, it is not.
 1) [1]
 2) [2]
 3) [3]
 4) [4]

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

۲۶- ذره‌ای تحت زاویه θ نسبت به راستای افقی پرتاب شده است. اگر این ذره نسبت به محورهای افقی و عمودی که از نقطه پرتاب می‌گذرند، از نقاط (a, b) و (b, a) عبور کند، بُرد این پرتابه کدام است؟

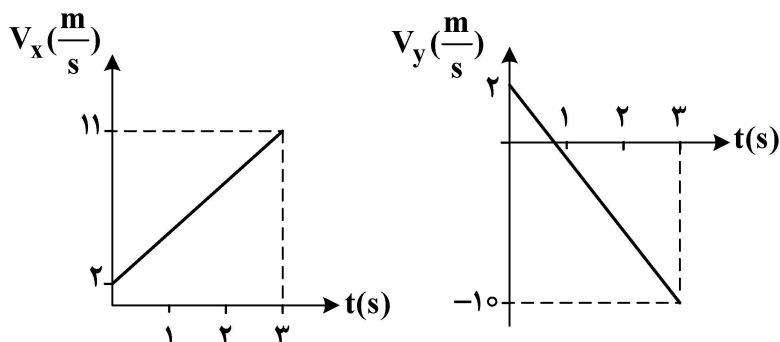
$$R = \frac{a^2 + b^2}{ab} \quad (۱)$$

$$R = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (۲)$$

$$R = \frac{a^2 + ab + b^2}{a + b} \quad (۴)$$

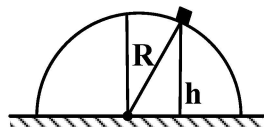
$$R = \sqrt{a^2 + ab + b^2} \quad (۳)$$

۲۷- جعبه‌ای به جرم $1/2 \text{ kg}$ تحت اثر نیروی ثابتی بر روی سطح افقی حرکت می‌کند. شکل زیر تغییرات زمانی مؤلفه‌های سرعت جعبه را (در دو راستای عمود برهم که x و y نامیده شده‌اند) نشان می‌دهد. اندازه نیروی وارد بر این جعبه چند نیوتن است؟



- (۱) $4/5$
(۲) $5/2$
(۳) $6/0$
(۴) $8/0$

۲۸- یک قطعه چوب کوچک مطابق شکل زیر، روی سطح یک نیم‌استوانه به شعاع R قرار می‌دهیم. کمترین مقدار h چقدر باشد تا قطعه چوب روی این سطح شروع به لغزیدن نکند؟
(ضریب اصطکاک ایستایی بین قطعه چوب و نیم‌استوانه برابر با μ است.)



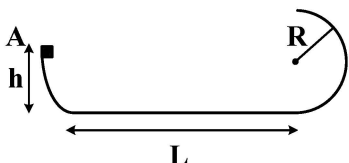
$$\frac{R}{\sqrt{1 + \mu^2}} \quad (۱)$$

$$\frac{\mu R}{\sqrt{1 + \mu^2}} \quad (۲)$$

$$\frac{R}{\sqrt{1 + \mu}} \quad (۳)$$

$$\frac{\mu R}{\sqrt{1 + \mu}} \quad (۴)$$

۲۹- قطعه کوچکی روی مسیر زیر حرکت می‌کند. بخش‌های خمیده بدون اصطکاک هستند اما ضریب اصطکاک جنبشی قسمت مسطح $\mu_k = 0/3$ و طول آن 60 cm می‌باشد. اگر این قطعه از ارتفاع $h = \frac{L}{4}$ از حال سکون رها شود، سرانجام در فاصله چند سانتی‌متری از لبه سمت چپ قسمت مسطح، متوقف می‌شود؟



- (۱) 10
(۲) 15
(۳) 20
(۴) 30

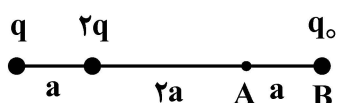
۳۰- چرخ‌ی با سرعت زاویه‌ای 600 دور بر دقیقه می‌چرخد. اگر انرژی جنبشی دورانی آن 16000 ژول باشد، لختی دورانی آن چند کیلوگرم مترمربع است؟ ($\pi^2 = 10$)

- (۱) 6
(۲) 8
(۳) 10
(۴) 12

- ۳۱- سیاره‌ای به جرم m به دور خورشید (به جرم M) بر یک مسیر بیضوی می‌چرخد. اگر r_1 و r_2 به ترتیب کم‌ترین و بیشترین فاصله سیاره تا خورشید باشند، انرژی کل مداری این سیاره کدام است؟ (G ثابت گرانش است)

$$\begin{aligned} (1) & -\frac{1}{2} \frac{GMm}{r_1 + r_2} \\ (2) & -\frac{GMm}{r_1 + r_2} \\ (3) & -GMm \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \\ (4) & -\frac{1}{2} GMm \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \end{aligned}$$

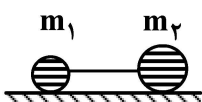
- ۳۲- در شکل زیر، کار لازم برای انتقال بار q_0 از نقطه B به نقطه A کدام است؟



$$\begin{aligned} (1) & \frac{3qq_0}{2 \cdot \pi \epsilon_0 a} \\ (2) & \frac{5qq_0}{12 \pi \epsilon_0 a} \\ (3) & \frac{3qq_0}{8 \pi \epsilon_0 a} \\ (4) & \frac{5qq_0}{48 \pi \epsilon_0 a} \end{aligned}$$

- ۳۳- دو گلوله کوچک باردار، یکی دارای بار منفی و دیگری مثبت، با جرم‌های m_1 و $m_2 = 2m_1$ توسط نخ سبکی به طول $\ell = 10 \text{ cm}$ به هم وصل شده‌اند. اندازه بار گلوله‌ها یکسان و برابر با یک میکروکولن است. این مجموعه روی میز افقی بدون اصطکاکی قرار دارند. به گلوله m_2 نیروی افقی F در راستای نخ وارد می‌شود. حداقل نیروی F

$$\text{چند نیوتن باشد تا نخ بین دو گلوله شل نشود؟} \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$



$$\begin{aligned} (1) & 0.9 \\ (2) & 1/8 \\ (3) & 2/4 \\ (4) & 2/7 \end{aligned}$$

- ۳۴- ذره‌ای به جرم $m = 10^{-4} \text{ kg}$ و بار الکتریکی $q = 10^{-6} \text{ C}$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $B = 3/14 \text{ mT}$ بر روی یک مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند. جریان الکتریکی ناشی از حرکت این بار الکتریکی چند آمپر است؟

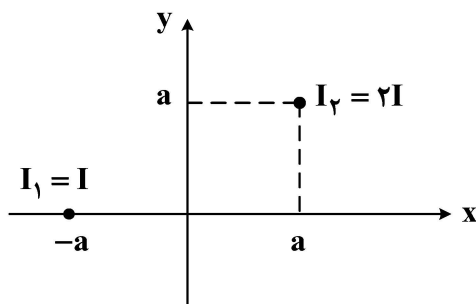
$$\begin{aligned} (1) & 5/0 \times 10^{-12} \\ (2) & 3/0 \times 10^{-12} \\ (3) & 2/5 \times 10^{-11} \\ (4) & 1/7 \times 10^{-11} \end{aligned}$$

- ۳۵- از سیمی که منطبق بر محور x است، جریان الکتریکی I در جهت منفی محور x می‌گذرد. در این ناحیه میدان مغناطیسی با معادله زیر وجود دارد. بردار نیروی وارد بر این سیم کدام است؟

$$\vec{B} = \begin{cases} B_0 \frac{x}{\ell} \hat{k} & 0 \leq x \leq \ell \\ 0 & x < 0, x > \ell \end{cases}$$

$$\begin{aligned} (1) & -\frac{1}{2} I \ell B_0 \hat{j} \\ (2) & -I \ell B_0 \hat{j} \\ (3) & \frac{1}{2} I \ell B_0 \hat{j} \\ (4) & I \ell B_0 \hat{j} \end{aligned}$$

- ۳۶- شکل زیر، مقطع دو سیم رسانای بسیار دراز را نشان می‌دهد که عمود بر صفحه xy قرار دارند و حامل جریان‌های برون سوی $I_1 = I$ و $I_2 = 2I$ هستند. سیم اول در مکان $x = -a$ و سیم دوم در مکان (a, a) قرار دارد. اندازه میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در مبدأ مختصات کدام است؟



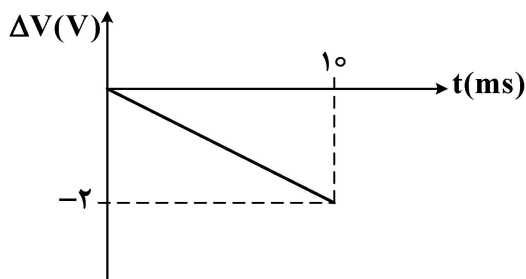
$$\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \quad (1)$$

$$\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi a} \quad (2)$$

$$\frac{\mu_0 I}{4\pi a} \quad (3)$$

$$\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4a} \quad (4)$$

- ۳۷- شکل زیر، تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر یک القاگر 20 میلی‌هائری را برحسب زمان نشان می‌دهد. اگر جریان الکتریکی در این القاگر در لحظه $t = 0$ برابر با 0.25 آمپر باشد، جریان الکتریکی در لحظه $t = 10$ ms چند آمپر است؟



$$(1) \text{ صفر}$$

$$(2) 0.25$$

$$(3) 0.50$$

$$(4) 0.75$$

- ۳۸- ساعتی در جهت محور x با سرعتی معادل $0.6c$ سرعت نور حرکت می‌کند. اگر این ساعت وقتی که از نقطه $x = 0$ می‌گذرد، زمان صفر را نشان دهد، وقتی که از نقطه $x = 180$ m می‌گذرد، چه زمانی را نشان می‌دهد؟

$$(1) 0.6 \mu\text{s}$$

$$(2) 0.8 \mu\text{s}$$

$$(3) 0.8 \text{ ns}$$

$$(4) 0.6 \text{ ns}$$

- ۳۹- در یک چارچوب ساکن سرعت ذره‌ای به شکل $\vec{u} = \frac{2c}{5}(\hat{i} + \hat{j})$ است. سرعت ناظری که حرکت ذره را فقط در راستای y می‌بیند، کدام است؟ (c سرعت نور است.)

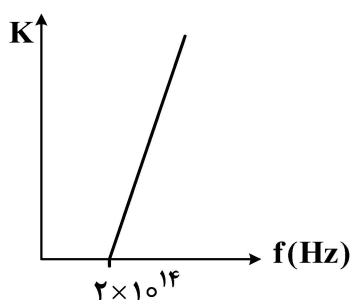
$$(1) -\frac{2}{5}c\hat{j}$$

$$(2) -\frac{2}{5}c\hat{i}$$

$$(3) \frac{2}{5}c\hat{i}$$

$$(4) \frac{2}{5}c\hat{j}$$

- ۴۰- نمودار انرژی جنبشی الکترون آزادشده در اثر فوتوالکتریک برحسب فرکانس فوتون تابانده شده به شکل زیر است. اگر فرکانس فوتون 5×10^{14} هرتز باشد، انرژی جنبشی الکترون، چند الکترون‌ولت است؟ ($hc = 1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}$)



$$(1) 1.24$$

$$(2) 2$$

$$(3) 3.72$$

$$(4) 5$$

- ۴۱- احتمال آنکه الکترون اتم هیدروژن داخل کره‌ای به شعاع r حول هسته یافت شود با رابطه $P(r) = 1 - e^{-\frac{2r}{a}} \left(1 + \frac{2r}{a} + \frac{2r^2}{a^2}\right)$ داده می‌شود. احتمال آنکه الکترون در جایی دورتر از فاصله $\frac{a}{2}$ از هسته یافت شود، چقدر است؟

$$\begin{array}{ll} (1) \frac{5e}{2} & (2) \frac{5}{2e} \\ (3) \frac{9}{2e} & (4) \frac{9e}{2} \end{array}$$

- ۴۲- حجم یک مول گاز ایده‌آل تک اتمی در فشار ثابت $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ از 1 m^3 به 3 m^3 افزایش می‌یابد. تغییر انرژی درونی این گاز چند ژول است؟

$$\begin{array}{ll} (1) 2 \times 10^5 & (2) 4 \times 10^5 \\ (3) 6 \times 10^5 & (4) 10 \times 10^5 \end{array}$$

- ۴۳- بازده یک ماشین کارنو که بین دو دمای 600 K و 300 K کار می‌کند، چند درصد است؟

$$\begin{array}{ll} (1) 25 & (2) 50 \\ (3) 60 & (4) 75 \end{array}$$

- ۴۴- ظرفیت گرمایی یک بلور در مدل دبی (Deby) در حد دماهای بسیار کم به چه شکل با دمای بلور، T ، متناسب است؟

$$\begin{array}{ll} (1) T & (2) T^2 \\ (3) T^3 & (4) \text{ به دما بستگی ندارد.} \end{array}$$

- ۴۵- تغییر آنتروپی ۲ مول گاز ایده‌آل در فرایند بی‌دررو چقدر است؟ (k_B ثابت بولتزمان است).

$$\begin{array}{ll} (1) \text{ صفر} & (2) k_B \ln 2 \\ (3) \frac{1}{2} k_B \ln 2 & (4) 2 \ln 2 \end{array}$$

- ۴۶- ضریب تراکم‌پذیری K_T هم‌دما برای یک گاز ایده‌آل کدام است؟ (P فشار، T دما و V حجم گاز است).

$$K_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

$$\begin{array}{ll} (1) \text{ صفر} & (2) \frac{1}{P} \\ (3) \frac{1}{T} & (4) \frac{V}{P} \end{array}$$

- ۴۷- یک جسم سیاه کروی به شعاع r در دمای T در نظر بگیرید. فرض کنید این جسم توسط یک پوسته کروی هم‌جنس و هم‌مرکز با شعاع R احاطه شده است. اگر آهنگ سرد شدن جسم در غیاب پوسته کروی را با F و آهنگ سرد شدن آن

در حضور پوسته را با F' نشان دهیم، نسبت $\frac{F'}{F}$ کدام است؟

$$\begin{array}{ll} (1) \frac{r^2}{R^2} & (2) \frac{r^2 + R^2}{2R^2} \\ (3) \left(\frac{r+1}{R+1} \right)^2 & (4) \frac{R^2}{R^2 + r^2} \end{array}$$

۴۸- فرض کنید سرعت امواج طولی در یک گاز ایده آل از رابطه $v = \sqrt{\frac{dP}{d\rho}}$ به دست می آید که P فشار گاز و ρ چگالی آن است. اگر M جرم کل ذرات و n تعداد ذرات در واحد حجم باشد، در فرایند هم‌دما سرعت گاز با کدام رابطه بیان می‌شود؟

$$\begin{array}{ll} \sqrt{\frac{nRT}{M}} & (۱) \\ \sqrt{\frac{nRT}{2M}} & (۲) \\ \sqrt{\frac{3nRT}{M}} & (۳) \\ \sqrt{\frac{nRT}{3M}} & (۴) \end{array}$$

۴۹- در یک گاز کلاسیک تک اتمی بدون برهکنش، چگالی احتمال حضور یک ذره در انرژی E در حالت تعادل در دمای

$$T \text{ کدام است؟ (k ثابت بولتزمن است و } \int_0^\infty e^{-ax^2} x^2 dx = \frac{\sqrt{\pi}}{4} a^{-\frac{3}{2}} \text{)}$$

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{\sqrt{\pi}(kT)^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{E}{kT}} & (۱) \\ \frac{1}{\sqrt{\pi}(kT)^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{E}{2kT}} & (۲) \\ \frac{1}{\sqrt{\pi}(kT)^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{E}{kT}} & (۳) \\ \frac{1}{\sqrt{\pi}(kT)^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{E}{2kT}} & (۴) \end{array}$$

۵۰- در کدام توزیع آماری، حالتی با انرژی صفر همواره بیشترین احتمال اشغال را دارد؟

$$\begin{array}{ll} (۱) \text{ بوز - اینشتین} & (۲) \text{ فرمی - دیراک} \\ (۳) \text{ بولتزمن - ماکسول} & (۴) \text{ همه موارد} \end{array}$$

۵۱- کدام مورد حل عمومی معادله دیفرانسیل $x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + x \frac{dy}{dx} - y = 0$ است؟ (c_1 و c_2 ثابت‌های عددی هستند.)

$$\begin{array}{ll} y(x) = c_1 x^2 + c_2 x^3 & (۱) \\ y(x) = c_1 x + c_2 \frac{1}{x} & (۲) \\ y(x) = \frac{c_1}{x^2} + c_2 x & (۳) \\ y(x) = c_1 x^2 + \frac{c_2}{x^2} & (۴) \end{array}$$

۵۲- اگر $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix}$ آنگاه $\sqrt{A}$ کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \sqrt{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} & (۱) \\ \sqrt{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} & (۲) \\ \sqrt{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} & (۳) \\ \sqrt{2} \begin{pmatrix} 1 & -i \\ i & -1 \end{pmatrix} & (۴) \end{array}$$

۵۳- برای بردارهای $\vec{A} = x^2 \hat{i} + xz \hat{j} + y \hat{k}$ و $\vec{B} = z \hat{i} + y \hat{j} + x \hat{k}$ حاصل عبارت $(\vec{B} \cdot \nabla) \vec{A}$ کدام است؟

$$\begin{array}{ll} x^2 \hat{i} + xz \hat{j} + y \hat{k} & (۱) \\ 2zx \hat{i} + (z^2 + x^2) \hat{j} + y \hat{k} & (۲) \\ y \hat{i} + xz \hat{j} + x \hat{k} & (۳) \\ 2zy \hat{i} + xz \hat{j} + y \hat{k} & (۴) \end{array}$$

۵۴- اگر $\vec{B} = \vec{\nabla} \times \vec{A}$ ، کدام مورد درست است؟ (c یک منحنی بسته دلخواه و s مساحت سطح آن است)

$$\oint_c \vec{B} \times d\vec{\ell} = 0 \quad (1)$$

$$\oint_s \vec{A} \cdot d\vec{a} = 0 \quad (2)$$

$$\oint_c \vec{A} \times d\vec{\ell} = 0 \quad (4)$$

$$\oint_s \vec{B} \cdot d\vec{a} = 0 \quad (3)$$

۵۵- اگر $V_i (i=1,2,3)$ مؤلفه‌های یک بردار باشد، کدام مورد، مؤلفه‌های یک تانسور مرتبه ۲ نیست؟ (δ_{ij} نماد

کرونکر است.)

$$V_i V_j - V_j V_i \quad (2)$$

$$V_i V_j - \delta_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{i,j} \delta_{ij} V_i V_j \quad (4)$$

$$V_i V_j + V_j V_i \quad (3)$$

۵۶- فرض کنید $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$ و ماتریس S به گونه‌ای است که ماتریس $S^{-1}AS$ قطری است. کدام مورد ماتریس S را

نشان می‌دهد؟

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

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

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

۵۷- کدام مورد، حاصل عبارت $i^{\frac{1}{2}}$ است؟ ($i = \sqrt{-1}$)

$$\sqrt{2}(1+i) \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2}(1+i) \quad (1)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2}(1-i) \quad (4)$$

$$\sqrt{2}(1-i) \quad (3)$$

۵۸- اگر $z = x + iy$ که x و y متغیرهای حقیقی هستند چه ارتباطی بین x و y باشد تا $\left| \frac{z+1}{z-1} \right| = 2$ برقرار باشد؟

$$(x-1)^2 + \left(y + \frac{4}{3}\right)^2 = 1 \quad (2)$$

$$\left(x - \frac{5}{3}\right)^2 + \left(y + \frac{4}{3}\right)^2 = 1 \quad (1)$$

$$\left(x - \frac{5}{3}\right)^2 + y^2 = \left(\frac{4}{3}\right)^2 \quad (4)$$

$$(2x-3)^2 + y^2 = \frac{1}{9} \quad (3)$$

۵۹- انتگرال $\oint_C z^n dz$ در صفحه مختلط که در آن n عددی صحیح و C دایره‌ای به شعاع r حول مبدأ است، برابر

کدام مورد است؟

$$2\pi i \quad (2)$$

$$\text{صفر} \quad (1)$$

$$\begin{cases} n \neq -1 & \pi i \\ n = -1 & 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} n = -1 & 2\pi i \\ n \neq -1 & 0 \end{cases} \quad (3)$$

۶۰- تابع $f(t) = t$ را در بازه $-L < t \leq L$ در نظر بگیرید. در خارج این بازه $f(t+2L) = f(t)$. کدام مورد بسط سری فوریه این تابع را نمایش می‌دهد؟

$$f(t) = \frac{2L}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n^2} \cos \frac{n\pi t}{L} \quad (2)$$

$$f(t) = \frac{2L}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n+1} \sin \frac{n\pi t}{L} \quad (1)$$

$$f(t) = \frac{2L}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n+1} \cos \frac{n\pi t}{L} \quad (4)$$

$$f(t) = \frac{2L}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \sin \frac{n\pi t}{L} \quad (3)$$

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

۶۱- ذره‌ای در سه بُعد حرکت می‌کند. بردار مکان آن به شکل $\vec{r} = (4+2t)\hat{i} + (2+5t-2t^2)\hat{j} + (2-2t-t^2)\hat{k}$ با زمان تغییر می‌کند. در چه زمان یا زمان‌هایی بردار سرعت و بردار شتاب ذره بر هم عمودند؟ (همه مقادیر در SI هستند).

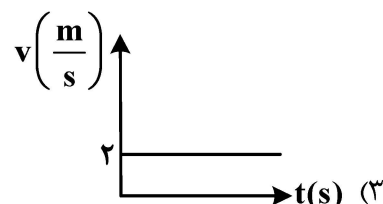
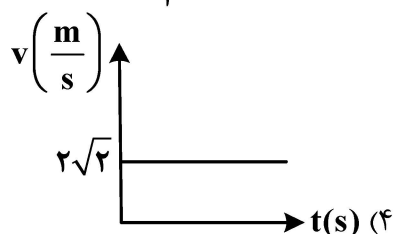
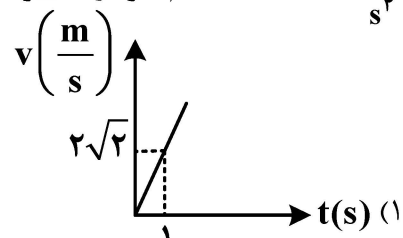
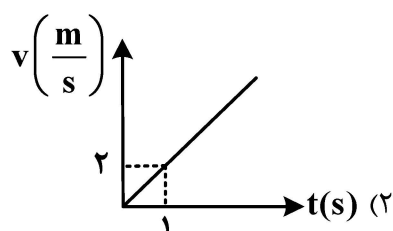
$$0/8 \quad (1)$$

$$1/6 \quad (2)$$

$$0/8 \text{ و } 1/6 \quad (3)$$

$$4 \text{ هرگز عمود نمی‌شوند.} \quad (4)$$

۶۲- ذره‌ای بر مسیر دایره‌ای به شعاع 2 m تحت شتاب جانب مرکز وابسته به زمان $a = kt^2$ حرکت می‌کند که در آن $k = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^4}$ است. کدام نمودار، تغییر اندازه سرعت ذره را با زمان نشان می‌دهد؟



۶۳- گلوله‌ای به جرم 25 g گرم بر روی خط راست (که آن را محور x می‌نامیم) تحت اثر نیروی $F = (0/25\text{ N}) \sin(0/5 x)$ قرار دارد. x بر حسب متر است. اگر سرعت گلوله در نقطه $x = 0$ برابر با $1/50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ باشد، اندازه سرعت آن در نقطه $x = 3/14\text{ m}$ چند متر بر ثانیه است؟

$$1/50 \quad (2)$$

$$1/32 \quad (1)$$

$$2/73 \quad (4)$$

$$2/50 \quad (3)$$

۶۴- ذره‌ای با شتاب $a = -\alpha\sqrt{V}$ بر مسیر مستقیمی حرکت می‌کند. α عددی مثبت و V سرعت ذره در هر لحظه است. اگر در لحظه $t = 0$ سرعت ذره V_0 باشد، بعد از طی چه مسافتی از آغاز حرکت، سرعت آن صفر می‌شود؟

$$\begin{array}{ll} (1) \quad \frac{3}{2}\alpha V_0^{\frac{2}{3}} & (2) \quad \frac{2}{3}\alpha V_0^{\frac{2}{3}} \\ (3) \quad \frac{3V_0^{\frac{2}{3}}}{2\alpha} & (4) \quad \frac{2V_0^{\frac{2}{3}}}{3\alpha} \end{array}$$

۶۵- جسمی به جرم 1 kg با سرعت اولیه $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ روی خط مستقیم شروع به حرکت می‌کند. اگر مقاومت هوا به شکل

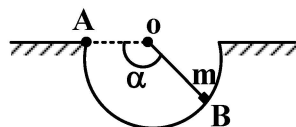
$F = -kv^2$ با سرعت رابطه داشته باشد (که در آن $k = 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ است)، پس از چند ثانیه از آغاز حرکت سرعت جسم به نصف مقدار اولیه‌اش می‌رسد؟

$$\begin{array}{ll} (1) \quad 20 \ln 5 & (2) \quad 20 \ln 2 \\ (3) \quad 50 \ln 2 & (4) \quad 50 \ln 5 \end{array}$$

۶۶- دو جسم با جرم‌های $m_1 = m$ و $m_2 = 3m$ توسط فنری با سختی k به هم وصل شده‌اند و روی یک میز افقی بدون اصطکاکی قرار دارند. فنر ابتدا در حالت آزاد خود قرار دارد. کمترین سرعتی که باید به جسم m_1 بدهیم، چقدر باشد تا فنر به اندازه x فشرده شود؟

$$\begin{array}{ll} (1) \quad x\sqrt{\frac{k}{m}} & (2) \quad 2x\sqrt{\frac{k}{3m}} \\ (3) \quad 3x\sqrt{\frac{k}{m}} & (4) \quad 4x\sqrt{\frac{k}{m}} \end{array}$$

۶۷- شکل زیر قطعه چوبی را نشان می‌دهد که از نقطه A رها شده و بر روی مسیر نیم‌دایره‌ای درون سطح یک نیم‌استوانه بدون اصطکاک می‌لغزد. در نقطه B نیروی وارد بر قطعه چوب از طرف سطح کدام است؟



$$\begin{array}{ll} (1) \quad mg \sin \alpha & (2) \quad 3mg \sin \alpha \\ (3) \quad 3mg \cos \alpha & (4) \quad mg \cos \alpha \end{array}$$

۶۸- مرکز جرم مخروط توپر یکنواختی با شعاع قاعده a و ارتفاع h بر روی محور مخروط در چه فاصله‌ای از رأس مخروط قرار داد؟

$$\begin{array}{ll} (1) \quad \frac{2}{3}h & (2) \quad \frac{3}{4}h \\ (3) \quad \frac{4}{5}h & (4) \quad \frac{5}{7}h \end{array}$$

۶۹- تابع انرژی پتانسیل ذره‌ای که در صفحه xy حرکت می‌کند به صورت $U(x,y) = \frac{a}{\sqrt{x^2+y^2}}$ است که در آن

$a = 5 \text{ Jm}$ است. در نقطه $(1 \text{ m}, 2 \text{ m})$ چه نیرویی بر حسب نیوتن بر این ذره وارد می‌شود؟

$$(1) -\frac{\sqrt{5}}{5}\hat{i} - \frac{2\sqrt{5}}{5}\hat{j}$$

$$(2) \sqrt{5}\hat{i} + 2\sqrt{5}\hat{j}$$

$$(3) -\sqrt{5}\hat{i} - 2\sqrt{5}\hat{j}$$

$$(4) \frac{\sqrt{5}}{5}\hat{i} + \frac{2\sqrt{5}}{5}\hat{j}$$

۷۰- ذره‌ای به جرم m تحت پتانسیل $V(r) = \beta r^k$ قرار دارد. β و k مقادیر ثابتی هستند. r فاصله ذره تا مبدأ مختصات است. اگر L تکانه زاویه‌ای ذره حول مبدأ مختصات باشد، شعاع مدار دایره‌ای مسیر حرکت ذره کدام است؟

$$(1) \left(\frac{L^2}{m\beta k}\right)^{\frac{1}{k+2}} \quad (2) \left(\frac{L^2}{m\beta}\right)^{\frac{1}{k+2}}$$

$$(3) \left(\frac{L^2}{m\beta}\right)^{\frac{1}{k+2}} \quad (4) \left(\frac{L^2}{m\beta k}\right)^{\frac{1}{k+2}}$$

۷۱- لاگرانژی سیستمی به شکل زیر است، هامیلتونی این سیستم کدام است؟

$$L = \frac{1}{2}m[\dot{r}^2 + r^2(\dot{\theta}^2 - \omega_B\dot{\theta} - \omega_0^2)]$$

$$(1) \frac{P_r^2}{2m} + \frac{P_\theta^2}{2m} + \frac{1}{2}\omega_B P_\theta + \frac{1}{2}mr^2\omega_0^2$$

$$(2) \frac{P_r^2}{2m} + \frac{P_\theta^2}{2m} + \frac{1}{2}mr^2(\omega_0^2 + \frac{\omega_B^2}{4})$$

$$(3) \frac{P_r^2}{2m} + \frac{P_\theta^2}{2m} + \omega_B P_\theta + \frac{1}{2}mr^2(\omega_0^2 + \frac{\omega_B^2}{4})$$

$$(4) \frac{P_r^2}{2m} + \frac{P_\theta^2}{2mr^2} + \frac{1}{2}\omega_B P_\theta + \frac{1}{2}mr^2(\omega_0^2 + \frac{1}{4}\omega_B^2)$$

۷۲- لاگرانژی ذره‌ای به جرم m به شکل زیر است. a و b مقادیر ثابتی هستند. حرکت این ذره چگونه است؟

$$L = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + a\dot{x} + b$$

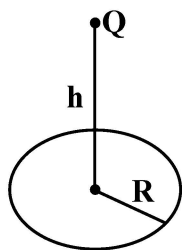
(۲) حرکت نوسانی میرا

(۴) حرکت بر مسیر دایره‌ای به شعاع b

(۱) حرکت نوسانی ساده

(۳) حرکت یکنواخت بر روی خط راست

۷۳- بار نقطه‌ای Q روی محور دایره‌ای به شعاع R و به فاصله h از مرکز دایره قرار دارد. اگر شار میدان الکتریکی ناشی



از بار Q بر سطح این دایره برابر با $\frac{Q}{4\epsilon_0}$ باشد، نسبت $\frac{h}{R}$ کدام است؟

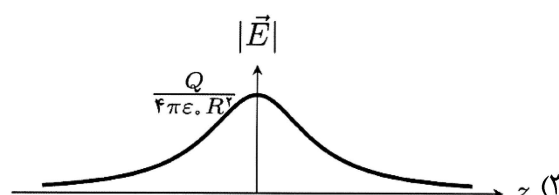
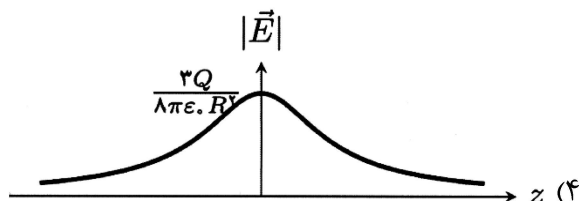
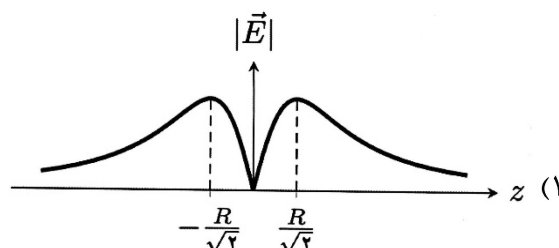
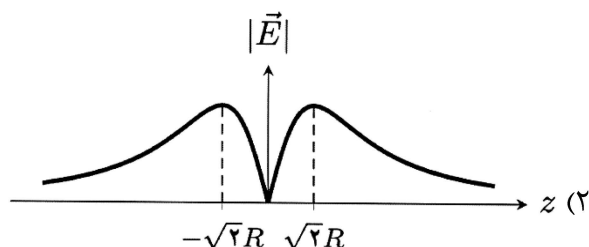
$$(1) \frac{1}{\sqrt{2}}$$

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

$$(3) \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$(4) \frac{1}{3}$$

۷۴- یک حلقه دایره‌ای به شعاع R دارای بار الکتریکی Q با توزیع یکنواخت است. حلقه در صفحه xy قرار دارد و مرکز آن بر مبدأ مختصات منطبق است. کدام نمودار تغییرات اندازه میدان الکتریکی را بر روی محور z درست نشان می‌دهد؟



۷۵- یک دو قطبی الکتریکی با گشتاور دوقطبی $\vec{P} = (2/5 \times 10^{-30} \text{ C.m}) \hat{j}$ در مبدأ مختصات قرار دارد. پتانسیل الکتریکی (نسبت به بی‌نهایت) در نقطه $\vec{r} = (3/0 \text{ nm } \hat{i} + 4/0 \text{ nm } \hat{j})$ چند ولت است؟

$$\left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$

$$(2) 7/2 \times 10^{-4}$$

$$(1) 1/2 \times 10^{-4}$$

$$(4) 3/6 \times 10^{-4}$$

$$(3) 3/0 \times 10^{-4}$$

۷۶- بردار مغناطش در داخل کره‌ای به شعاع R ، یکنواخت و به شکل $\vec{M} = M_0 \hat{k}$ است. بردار میدان مغناطیسی $\vec{H}$ در مرکز کره کدام است؟

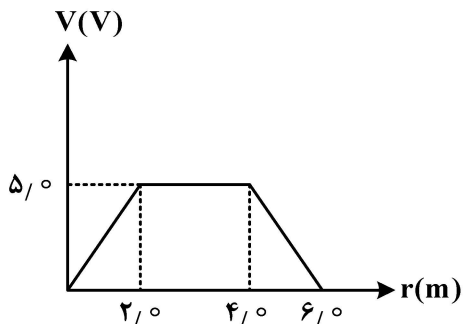
$$(2) \frac{M_0}{3} \hat{k}$$

$$(1) -\frac{M_0}{3} \hat{k}$$

$$(4) \frac{2M_0}{3} \hat{k}$$

$$(3) -\frac{2M_0}{3} \hat{k}$$

۷۷- نمودار شکل زیر تغییرات پتانسیل الکتریکی را بر حسب فاصله r از یک نقطه نشان می‌دهد. در نقطه $r = ۵/۰ \text{ m}$ میدان الکتریکی چند ولت بر متر است؟



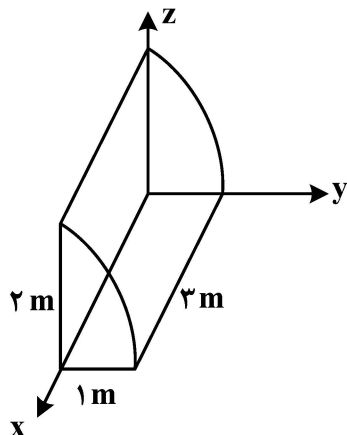
$$(۱) -۵/۰$$

$$(۲) -۲/۵$$

$$(۳) +۲/۵$$

$$(۴) +۵/۰$$

۷۸- میدان الکتریکی در ناحیه‌ای به صورت $\vec{E} = (۴xy\hat{y} - ۳yz\hat{z}) \frac{V}{m}$ است. شار عبوری از سطح جانبی خمیده ربع استوانه‌ای تهی از بار با سطح مقطع بیضی در شکل زیر، چند ولت متر است؟



$$(۱) ۵/۰$$

$$(۲) ۳۱/۵$$

$$(۳) ۲۳/۵$$

$$(۴) ۱۵/۸$$

۷۹- بار نقطه‌ای $q = ۵/۰ \text{ nC}$ درون یک مایع دی‌الکتریک قرار دارد. اگر میدان الکتریکی در فاصله $r = ۳ \text{ cm}$ از این

$$\text{بار برابر با } E = ۲۰/۰ \frac{\text{kV}}{\text{m}} \text{ باشد، ثابت دی‌الکتریک مایع کدام است؟ } \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$

$$(۲) ۲/۰$$

$$(۱) ۱/۵$$

$$(۴) ۳/۰$$

$$(۳) ۲/۵$$

۸۰- یک موج الکترومغناطیسی تخت با طول موج $۳/۰ \text{ m}$ در خلأ در جهت $+x$ منتشر می‌شود. میدان الکتریکی با

دامنه $۳۰۰ \frac{\text{V}}{\text{m}}$ موازی محور y نوسان می‌کند. بسامد زاویه‌ای و دامنه میدان مغناطیسی این موج کدام است؟

$$(۲) ۱/۰ \mu\text{T} \text{ و } ۳/۱۴ \times ۱۰^۸ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$(۱) ۳/۰ \mu\text{T} \text{ و } ۳/۱۴ \times ۱۰^۸ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$(۴) ۱/۰ \mu\text{T} \text{ و } ۶/۲۸ \times ۱۰^۸ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$(۳) ۳/۰ \mu\text{T} \text{ و } ۶/۲۸ \times ۱۰^۸ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

۸۱- برای موج الکترومغناطیسی با قطبش s که از هوا تحت زاویه بروستر بر روی یک دی‌الکتریک با ضریب شکست n

فرود می‌آید، ضریب انعکاس فرنل r_s کدام است؟

$$(۲) \sqrt{\frac{1-n^2}{1+n^2}}$$

$$(۱) \frac{1-n^2}{1+n^2}$$

$$(۴) \frac{1-n}{\sqrt{1+n^2}}$$

$$(۳) \frac{1-n}{1+n}$$

۸۲- در یک محیط غیرمغناطیسی میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیس به شکل $\vec{E} = 4 \sin(2\pi \times 10^7 t - 0.8\pi x) \hat{k}$ بر حسب ولت بر متر است. اندازه میانگین زمانی برای پوئین تینگ این موج چند میلی وات بر متر مربع است؟ ($\pi^2 = 10$)

$$20 \quad (1) \quad 40 \quad (2)$$

$$60 \quad (3) \quad 80 \quad (4)$$

۸۳- در یک محیط نارسانا با مشخصات $\mu = \mu_0$ و $\epsilon = 4\epsilon_0$ میدان الکتریکی به شکل $\vec{E}(z, t) = 10 \sin(10^8 t - kz)$ بر حسب ولت بر متر است. t بر حسب ثانیه و z بر حسب متر است. مقدار k بر حسب $\frac{1}{m}$ کدام است؟

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

$$\pm 2 \quad (3) \quad \pm 3 \quad (4)$$

۸۴- به ازای کدام پتانسیل، ویژه حالت‌های هامیلتونی یک ذره در یک بُعد نمی‌تواند تابع فرد باشد؟ (V_0 و L) ثابت‌های مثبت هستند.)

$$V(x) = -\frac{V_0}{L} \delta(x) \quad (1) \quad V(x) = \begin{cases} 0 & -L \leq x \leq L \\ \infty & x > L, x < -L \end{cases} \quad (2)$$

$$V(x) = \begin{cases} -V_0 & -L \leq x \leq L \\ 0 & x < -L, x > L \end{cases} \quad (3) \quad V(x) = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 \quad (4)$$

۸۵- یک پله پتانسیل به شکل $V(x) = \begin{cases} V_0 & x > 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$ در نظر بگیرید. برای ذراتی که با انرژی $E > V_0$ از $x = -\infty$ به سمت پله پتانسیل حرکت می‌کنند، نسبت دامنه موج عبوری به دامنه موج فرودی کدام است؟ ($k = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$ و $q = \sqrt{\frac{2m(E - V_0)}{\hbar^2}}$)

$$q = \sqrt{\frac{2m(E - V_0)}{\hbar^2}}$$

$$\frac{2k^2}{k^2 + q^2} \quad (2) \quad \frac{2q^2}{k^2 + q^2} \quad (1)$$

$$\frac{2k}{k + q} \quad (4) \quad \frac{2q}{k + q} \quad (3)$$

۸۶- تابع موج بهنجار ذره‌ای $\psi(x, y, z) = \frac{a^{\frac{5}{2}}}{\sqrt{\pi}} z \exp\left[-a(x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}\right]$ است. این ذره در کدام حالت کوانتومی

$$\left(\begin{array}{ll} Y_0^0 = \sqrt{\frac{1}{4\pi}} & Y_1^{\pm 1} = \pm \sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin \theta e^{\pm i\phi} \\ Y_1^0 = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cos \theta & Y_2^{\pm 1} = \pm \sqrt{\frac{15}{8\pi}} \sin \theta \cos \theta e^{\pm i\phi} \end{array} \right) \quad |l, m\rangle \text{ قرار دارد؟ راهنمایی:}$$

$$|1, -1\rangle \quad (2) \quad |2, 1\rangle \quad (1)$$

$$|1, 0\rangle \quad (4) \quad |1, 1\rangle \quad (3)$$

۸۷- ویژه مقادیر و ویژه بردارهای هامیلتونی الکترون‌های بدون برهمکنش در جعبه مکعبی به ضلع L به صورت زیر است:

$$E = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2mL^2} (n_1^2 + n_2^2 + n_3^2)$$

$$\psi(x) = \left(\frac{2}{L}\right)^{\frac{3}{2}} \sin \frac{n_1 \pi x}{L} \sin \frac{n_2 \pi y}{L} \sin \frac{n_3 \pi z}{L}$$

که n_1, n_2, n_3 اعداد طبیعی هستند. انرژی فرمی با چه توانی از چگالی الکترونی متناسب است؟

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

۸۸- اگر $\hat{x}$ عملگر مکان باشد، عبارت $\left(\hat{x} \frac{d}{dx}\right)^\dagger$ با کدام گزینه در فضای مکان برابر است؟

- (۱) $-\hat{x} \frac{d}{dx} + 1$ (۲) $\hat{x} \frac{d}{dx}$ (۳) $-\hat{x} \frac{d}{dx}$ (۴) $-\hat{x} \frac{d}{dx} - 1$

۸۹- اگر $|a_1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ و $|a_2\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$ و $|b_1\rangle = |a_1\rangle + i|a_2\rangle$ و $|b_2\rangle = -i|a_1\rangle + |a_2\rangle$ آنگاه $\text{Tr}(|b_1\rangle\langle b_2|)$ کدام است؟

- (۱) صفر (۲) $-4i$ (۳) $4i$ (۴) 4

۹۰- اگر هامیلتونی یک نوسانگر ساده کوانتومی یک بعدی با جمله $\lambda(a^\dagger a)^4$ مختل شود، تغییر انرژی اولین حالت برانگیخته این نوسانگر، تا مرتبه اول اختلال کدام است؟

- (۱) λ (۲) 2λ (۳) 4λ (۴) 3λ

۹۱- حالت سامانه‌ای به شکل $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ i \end{pmatrix}$ است. اگر در این حالت مشاهده‌گر $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ را اندازه‌گیری کنیم،

احتمال اینکه مقدار $+1$ به دست آید، کدام است؟

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

۹۲- برای ذره‌ای با اسپین ۱ کدام یک از روابط زیر درست نیست؟

- (۱) $\hat{S}_z^2 = \hat{S}_z$ (۲) $(\hat{S}_x \pm i\hat{S}_y)^2 = 0$ (۳) $(\hat{S}_x + i\hat{S}_y)^2 = 0$ (۴) $(\hat{S}_x - i\hat{S}_y)^2 = 0$

۹۳- کدام عملگر ویژه مقدار حقیقی ندارد؟

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

۹۴- حالت یک سامانه فیزیکی و دو مشاهده پذیر A و B به شکل زیر داده شده‌اند.

$$|\phi\rangle = \begin{pmatrix} +1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, B = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

در این حالت، احتمال اینکه ابتدا B را اندازه‌گیری کنیم و مقدار صفر به دست آید و بلافاصله A را اندازه‌گیری کنیم و مقدار ۱ به دست آید، کدام است؟

$$\begin{array}{ll} (1) \text{ صفر} & (2) \frac{1}{\sqrt{6}} \\ (3) \frac{\sqrt{2}}{6} & (4) \frac{2}{6} \end{array}$$

۹۵- حالت ذره‌ای با تکانه زاویه‌ای مداری $\ell = 1$ ، به گونه‌ای است که وقتی L_z را اندازه‌گیری می‌کنیم با احتمال $\frac{1}{5}$ ،

مقدار $+\hbar$ و با احتمال $\frac{2}{5}$ مقدار $-\hbar$ و با احتمال $\frac{2}{5}$ مقدار صفر به دست می‌آید. در این حالت، مقدار چشم‌داشتی عملگر L_x کدام است؟

$$\begin{array}{ll} (1) \frac{\hbar}{5} & (2) \frac{\hbar}{5}(1 + \sqrt{2}) \\ (3) \frac{2\hbar}{5} & (4) \frac{2\hbar}{5}(1 + \sqrt{2}) \end{array}$$

