کد کنترل
732
A

732A

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی‌ارشد ناپیوستهٔ داخل ــ سال ۱۴۰۰

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

صبح پنجشنبه

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

فیزیک ــ (کد ۱۲۰۴)

تعداد سؤال: ۱۱۰ — مدت پاسخ‌گویی: ۲۷۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شمارهٔ سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شمارهٔ	تا شمارهٔ
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۳۰	۱	۳۰
۲	دروس تخصصی۱ (فیزیک پایه (۱، ۲ و ۳)، فیزیک جدید، ترمودینامیک و مکانیک آماری، ریاضی فیزیک (۱و۲))	۴۰	۳۱	۷۰
۳	دروس تخصصی ۲ (مکانیک کلاسیک (۱ و ۲)، الکترومغناطیس (۱ و ۲)، مکانیک کوانتومی (۱ و ۲))	۴۰	۷۱	۱۱۰

این آزمون نمرهٔ منفی دارد.

استفاده از ماشین‌حساب 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 جدول ذیل، به‌منزلهٔ عدم حضور شما در جلسهٔ آزمون است.

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

امضا:

زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی):

PART A: Vocabulary

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

1- **I ---------- the argument because I didn't know enough about the subject.**
1) depicted 2) confronted 3) dropped 4) broached

2- **Because my husband is a ---------- supporter of the high school football team, he donates money to their organization every year.**
1) zealous 2) anomalous 3) receptive 4) successive

3- **Since the journey is ----------, be sure to bring a first-aid kit.**
1) courageous 2) cautious 3) enormous 4) perilous

4- **The writer's stories appeal to a wide range of people—young and old, ---------- and poor, literary and nonliterary.**
1) economical 2) financial 3) affluent 4) elite

5- **His nostalgic ---------- of growing up in a small city are comical, though they are perhaps embellished for comic effect.**
1) impacts 2) accounts 3) entertainments 4) bibliographies

6- **On a chilly night, you might like to curl up by the fireside and ---------- a cup of hot chocolate while reading one of Thurber's books.**
1) imbibe 2) amalgamate 3) relieve 4) fascinate

7- **Although Mr. Jackson was ----------, he attempted to be jovial so that his colleagues at the meeting wouldn't think there was a problem.**
1) unpretentious 2) painstaking 3) apprehensive 4) attentive

8- **Obviously the network is overreacting and engaging in ---------- when they say "55 million people are in danger!" for normal thunderstorms.**
1) distinction 2) exaggeration 3) expectation 4) justification

9- **My high school biology teacher loved to ---------- from science into personal anecdotes about his college adventures.**
1) evolved 2) converted 3) reversed 4) digressed

10- **Landing a plane on an aircraft carrier requires a great deal of ----------, as you can crash if you miss the landing zone by even a little bit.**
1) precision 2) innovation 3) superiority 4) variability

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.**

For some time now, medical scientists have noted an alarming increase in diseases of the heart and circulation among people who smoke cigarettes. (11) ---------- in the bloodstream causes blood vessels to contract, thus (12) ---------- circulation, which eventually leads to hardening of the arteries. (13) ---------- the arteries stiffen, less blood reaches the brain, and the end result of this slowdown is a cerebral hemorrhage, commonly (14) ---------- to as a "stroke". In addition, (15) ---------- reduces the ability of the hemoglobin to release oxygen, resulting in shortness of breath.

11- 1) The presence of tobacco is found
2) The presence of tobacco it is found
3) To be found the presence of tobacco
4) It has been found that the presence of tobacco

12- 1) slows 2) to slow 3) slowing 4) it slows

13- 1) So 2) As 3) Afterwards 4) Due to

14- 1) referred 2) that referred 3) referring 4) it is referred

15- 1) bloodstream's tobacco 2) the tobacco in bloodstream it
3) tobacco in the bloodstream which 4) tobacco in the bloodstream

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:

Max Planck studied at the Universities of Munich and Berlin, where his teachers included Kirchhoff and Helmholtz. and received his doctorate of philosophy at Munich in 1879. He was Privatdozent in Munich from 1880 to 1885, then Associate Professor of Theoretical Physics at Kiel until 1889, in which year he succeeded Kirchhoff as Professor at Berlin University, where he remained until his retirement in 1926. Afterwards he became President of the Kaiser Wilhelm Society for the Promotion of Science, a post he held until 1937. The Prussian Academy of Sciences appointed him a member in 1894 and Permanent Secretary in 1912.

Planck's earliest work was on the subject of thermodynamics, an interest he acquired from his studies under Kirchhoff, whom he greatly admired, and very considerably from reading R. Clausius' publications. He published papers on entropy, on thermoelectricity and on the theory of dilute solutions.

At the same time also the problems of radiation processes engaged his attention and he showed that these were to be considered as electromagnetic in nature. From these studies he was led to the problem of the distribution of energy in the spectrum of full radiation. Experimental observations on the wavelength distribution of the energy emitted by a black body as a function of temperature were at variance with the

predictions of classical physics. Planck was able to deduce the relationship between the energy and the frequency of radiation. In a paper published in 1900. he announced his derivation of the relationship: this was based on the revolutionary idea that the energy emitted by a resonator could only take on discrete values or quanta.

16- Which of the following statements is correct about Planck?

1) He was Associate Professor of Theoretical Physics at Munich until 1879.
2) He was appointed a member of the Prussian Academy of Sciences in 1912.
3) He took the place of Kirchhoff as Professor at Berlin University in 1889.
4) He obtained his Ph.D. degree at Berlin University under the supervision of Kirchhoff.

17- According to the passage, Planck was interested in all of the following areas EXCEPT ----------.

1) the theory of dilute solutions
2) thermoelectricity
3) entropy
4) gravity

18- The word "he" in paragraph 2 refers to ----------.

1) Planck 2) Clausius 3) Helmholtz 4) Kirchhoff

19- Planck's studies guided him to ----------.

1) reexamine the relationship between the energy and temperature
2) believe that radiation processes were not electromagnetic in nature
3) a function of temperature in line with the predictions of classical physics
4) the problem of the distribution of energy in the spectrum of full radiation

20- Where does the following sentence fit into the passage?

The energy for a resonator of frequency v is hv where h is a universal constant, now called Planck's constant.

1) End of paragraph 1
2) Beginning of paragraph 2
3) End of paragraph 3
4) Beginning of paragraph 3

PASSAGE 2:

Researchers at the University of Rochester and Cornell University have taken an important step toward developing a communications network that exchanges information across long distances by using photons, massless measures of light that are key elements of quantum computing and quantum communications systems. The research team has designed a nanoscale node made out of magnetic and semiconducting materials that could interact with other nodes, using laser light to emit and accept photons.

The development of such a quantum network – designed to take advantage of the physical properties of light and matter characterized by quantum mechanics – promises faster, more efficient ways to communicate, compute, and detect objects and materials as compared to networks currently used for computing and communications. Described in the journal *Nature Communications*, the node consists of an array of pillars a mere 120 nanometers high.

The array is engineered so that each pillar serves as a location marker for a quantum state that can interact with photons and the associated photons can potentially interact with other locations across the device – and with similar arrays at other locations. This potential to connect quantum nodes across a remote network capitalizes on the concept of entanglement, a phenomenon of quantum mechanics that, at its very basic level, describes how the properties of particles are connected at the subatomic level.

21- What does the passage mainly discuss?
1) A new communications network based on photons
2) Researchers at the University of Rochester and Cornell University
3) Using laser light to emit and accept photons
4) The properties of particles connected at the subatomic level

22- The nanoscale node designed by the researchers has been made out of ----------materials.
1) non-magnetic and non-conducting 2) magnetic and semiconducting
3) magnetic and non-conducting 4) non-magnetic and semiconducting

23- Where does the following sentence fit into the passage?
The pillars are part of a platform containing atomically thin layers of semiconductor and magnetic materials.
1) End of paragraph 1 2) End of paragraph 2
3) End of paragraph 3 4) Beginning of paragraph 2

24- The phrase "capitalizes on" in paragraph 3 is similar in meaning to ----------.
1) exhibits 2) extracts 3) expands 4) exploits

25- The word "its" in paragraph 3 refers to ----------.
1) quantum mechanics 2) this potential
3) a remote network 4) entanglement

PASSAGE 3:

A phenomenon of quantum mechanics known as superposition can impact timekeeping in high-precision clocks, according to a theoretical study from Dartmouth College. Saint Anselm College and Santa Clara University. Research describing the effect shows that superposition the ability of an atom to exist in more than one state at the same time – leads to a correction in atomic clocks known as "quantum time dilation." The research, published in the journal *Nature Communications*, takes into account quantum effects beyond Albert Einstein's theory of relativity to make a new prediction about the nature of time.

"Whenever we have developed better clocks, we've learned something new about the world," said Alexander Smith, an assistant professor of physics at Saint Anselm College, who led the research as a junior fellow in Dartmouth's Society of Fellows. "Quantum time dilation is a consequence of both quantum mechanics and Einstein's relativity, and thus offers a new possibility to test fundamental physics at their intersection."

In the early 1900s, Albert Einstein presented a revolutionary picture of space and time by showing that the time experienced by a clock depends on how fast it is moving – as the speed of a clock increases, the rate at which it ticks decreases.

26- Which of the following statements best describes the main idea of the passage?
1) As the speed of a clock increases, the rate at which it ticks decreases.
2) Developing better clocks leads to learning something new about the world.
3) Timekeeping theory combines quantum clocks and Einstein's relativity.
4) Albert Einstein's theory of relativity contributes to the invention of a new atomic clock.

27- Which of the following words has been defined in the passage?
1) Relativity 2) Superposition 3) Intersection 4) Dilation

28- Which of the following statements is correct?

1) Einstein published his theory of relativity in *Nature Communications*.
2) The correction in atomic clocks is known as quantum time dilation.
3) Einstein had predicted that superposition would lead to a correction in atomic clocks.
4) Alexander Smith has seriously challenged Einstein's revolutionary picture of space and time.

29- The word "their" in paragraph 2 refers to ----------.

1) quantum mechanics and Einstein's relativity
2) quantum time dilation and Einstein's relativity
3) quantum time dilation and quantum mechanics
4) physics and quantum mechanics

30- Where does the following sentence fit into the passage?

This was a radical departure from Sir Isaac Newton's absolute notion of time.

1) End of paragraph 1
2) Beginning of paragraph 2
3) End of paragraph 3
4) Beginning of paragraph 3

دروس تخصصی۱ (فیزیک پایه (۱، ۲ و ۳)، فیزیک جدید، ترمودینامیک و مکانیک آماری، ریاضی فیزیک (۱و۲)):

۳۱- در رابطه $M = C\frac{B}{\theta}$ اگر M مغناطش (ممان مغناطیسی در واحد حجم)، B مقدار میدان مغناطیسی خارجی و θ دمای ماده پارامغناطیسی باشد، واحد ضریب C در سیستم واحدهای SI کدام است؟

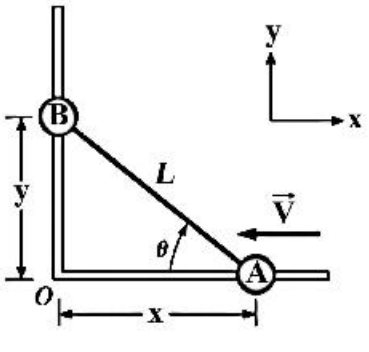
۱) $\frac{A \cdot K}{s \cdot m^2}$

۲) $\frac{A \cdot K}{T \cdot m}$

۳) $\frac{m \cdot K}{T \cdot A}$

۴) $\frac{m^2 \cdot A}{s \cdot K}$

۳۲- دو جسم A و B توسط میله صلب به طول L به یکدیگر متصل شده‌اند. این دو جسم مطابق شکل زیر در امتداد دو ریل عمود بر هم می‌لغزند. اگر جسم A با تندی ثابت $12\,m/s$ به سمت چپ بلغزد تندی لغزش جسم B وقتی که زاویه $\theta = 60^\circ$ باشد تقریبا چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۶/۹

۲) ۱۳/۹

۳) ۱۰/۴

۴) ۱۲/۰

۳۳- معادله حرکت ذره‌ای به جرم $4\,kg$ که در راستای x در حرکت است به شکل $x=-t+2t^3$ است که x بر حسب متر و t بر حسب ثانیه است. توانی که در لحظه $t=2\,s$ به این ذره انتقال می‌یابد چند وات است؟

۱) ۵۵۲

۲) ۱۱۰۴

۳) ۶۷۲

۴) ۲۲۰۸

۳۴- دو بلوک به جرم‌های $m_1=0/5\,kg$ و $m_2=0/25\,kg$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حال سکون قرار دارند و فنر سبکی با ثابت فنر $6\,N/m$ به اندازه $10\,cm$ فشرده شده و میان دو بلوک نگه داشته شده‌است. در یک لحظه همزمان دو بلوک رها می‌شوند. بیشینه تندی بلوک m_1 پس از رهاشدن چند متر بر ثانیه است؟

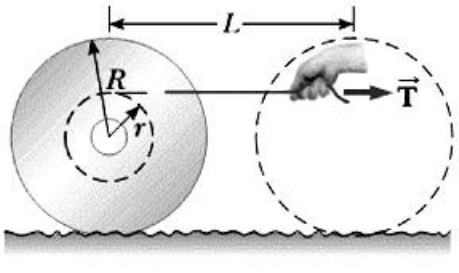
۱) ۰/۲۰

۲) ۰/۴۰

۳) ۰/۲۸

۴) ۰/۵۶

۳۵ یک قرقره کابل به جرم m شامل دو چرخ جانبی یکسان به شعاع R و محوری به شعاع r روی یک میز افقی در حال سکون قرار دارد. به دور محور قرقره نخ سبکی پیچیده شده است. فردی با نیروی ثابت افقی T که به انتهای آزاد نخ وارد می‌کند قرقره را می‌کشد. اگر قرقره بدون لغزش به اندازه مسافت L در امتداد میز جابجا شود، سرعت انتقالی مرکز جرم قرقره کدام است؟ (I ممان اینرسی قرقره حول محوری است که از مرکز قرقره می‌گذرد.)



۱) $\sqrt{\frac{2TL(1+I/(mR^2))}{m(1+r/R)}}$

۲) $\sqrt{\frac{2TL(1+r/R)}{m(1+I/(mR^2))}}$

۳) $\sqrt{\frac{2TL}{m(1+I/(mR^2))}}$

۴) $\sqrt{\frac{2TLR(R+r)}{I}}$

۳۶- یک سواری به جرم $1000\,kg$ چنان طراحی شده است که شاسی آن را چهار فنر یکسان هر کدام با ثابت فنر $37510\,N/m$ تحمل می‌کنند. سه سرنشین جمعا به جرم $240\,kg$ در سواری هستند. بسامد ارتعاشات این سواری پس از افتادن در یک چاله موجود در جاده چند هرتز است؟

۱) ۱/۷۵

۲) ۳/۵۰

۳) ۴/۸۱

۴) ۰/۸۷

۳۷- چند مترمکعب گاز هلیوم لازم است تا یک بالن حامل سبد بار $۴۵۰\,kg$ تا ارتفاع $۳۰۰۰\,m$ بالا رود؟ (فرض شود که حجم بالن ثابت و چگالی هوا با z ارتفاع از سطح زمین طبق رابطه $\rho_{Air} = \rho_{\circ} e^{-\frac{z}{۶۰۰۰}}$ کاهش می‌یابد که در آن $\rho_{\circ} = ۱/۳\,kg/m^۳$ و z بر حسب متر است. چگالی هلیوم $۰/۱۸\,kg/m^۳$ و $e^{-۱} = ۰/۳۶$ در نظر بگیرید.)

۱) ۵۷۷

۲) ۴۶۹

۳) ۷۵۰

۴) ۲۵۰

۳۸- اگر $y(x,t)$ جابجایی عرضی یک نقطه از یک ریسمان در مکان x و زمان t باشد، کدام معادله می‌تواند درست باشد؟ (c ضریب ثابتی است.)

۱) $\frac{\partial y(x,t)}{\partial x} = c^۲ \frac{\partial^۲ y(x,t)}{\partial t^۲}$

۲) $\frac{\partial^۲ y(x,t)}{\partial x^۲} = c^۲ \frac{\partial y(x,t)}{\partial t}$

۳) $\frac{\partial^۲ y(x,t)}{\partial x^۲} = c^۲ \frac{\partial^۲ y(x,t)}{\partial t^۲}$

۴) $\frac{\partial y(x,t)}{\partial x} = c \frac{\partial y(x,t)}{\partial t}$

۳۹ یک میله مسی به جرم $۲\,kg$ در فشار ثابت $۲\times۱۰^۵\,Pa$ حرارت داده می‌شود تا دمای آن از $۲۵^\circ C$ به $۷۵^\circ C$ افزایش یابد. اگر چگالی مس $۸/۵\,g/cm^۳$ و ضریب انبساط طولی آن $۱/۷\times۱۰^{-۵}\,(^\circ C)^{-۱}$ باشد، در این تحول میله چند ژول کار انجام داده است؟

۱) ۰/۱۲

۲) ۰/۰۴

۳) ۱۲۰

۴) ۴۰

۴۰- از یک رشته سیم تنگستن در هر ثانیه $۴\,J$ انرژی نورانی گسیل می‌شود. مساحت سطح سیم $۱۰\,mm^۲$ و ضریب گسیلندگی آن ۰/۸ است. دمای این رشته سیم چند کلوین است؟ (ثابت استفان- بولتزمن $۵/۷\times۱۰^{-۸}\,W/m^۲\cdot K$ فرض شود.)

۱) $۲/۰۷\times۱۰^۳$

۲) $۱/۵۴\times۱۰^۳$

۳) $۹/۶۸\times۱۰^۲$

۴) $۱/۷۲\times۱۰^۳$

۴۱- دو میله نازک یکسان هر یک به طول a در امتداد محور x قرار دارند به طوری که فاصله مرکزهای آن دو از هم برابر b است $(b > a)$. روی هر میله بار الکتریکی Q به طور یکنواخت توزیع شده است. اندازه نیروی الکتریکی که یک میله به میله دیگری وارد می‌کند کدام است؟

۱) $\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 b^2}\ln\left(\frac{a^2}{b^2+a^2}\right)$

۲) $\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\ln\left(\frac{b^2}{b^2-a^2}\right)$

۳) $\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\left(\frac{b^2+a^2}{b^2-a^2}\right)$

۴) $\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 b^2}\left(\frac{a^2}{b^2-a^2}\right)$

۴۲- در ناحیه‌ای از فضا پتانسیل الکتریکی در هر نقطه بر حسب (x,y,z) مختصات دکارتی آن توسط رابطه $V(x,y,z) = 5x - 3x^2y + 2yz^2$ داده می‌شود که در آن x، y و z بر حسب متر و V بر حسب ولت هستند. میدان الکتریکی در نقطه‌ای با بردار مکان $\vec{r} = -2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}$ کدام است؟

۱) $\vec{E} = 41\hat{i} - 20\hat{j} - 48\hat{k}$

۲) $\vec{E} = -41\hat{i} - 20\hat{j} + 48\hat{k}$

۳) $\vec{E} = -5\hat{i} - 44\hat{j} - 48\hat{k}$

۴) $\vec{E} = -41\hat{i} + 44\hat{j} + 48\hat{k}$

۴۳- یک پروتون پرتو کیهانی در فضای میان ستاره‌ای دارای انرژی $10\ \text{MeV}$ است و در مداری دایره‌ای به شعاع $5/8\times10^{10}\ \text{m}$ در حرکت است. اندازه میدان مغناطیسی موجود در این فضا چند تسلا است؟

۱) $2/4\times10^{-9}$

۲) $2/4\times10^{-3}$

۳) $7/9\times10^{-12}$

۴) $7/9\times10^{6}$

۴۴- در ماده فرومغناطیس در حالت اشباع تقریباً تمام ممان مغناطیسی اتم‌ها هم‌جهت می‌شوند تا میدان مغناطیسی $2\ \text{T}$ درون ماده ایجاد شود. اگر ممان مغناطیسی هر الکترون $9/3\times10^{-24}\ \text{A}\cdot\text{m}^2$ باشد، به ازای هر اتم چند الکترون در تولید میدان اشباع سهم دارند؟ چگالی تعداد اتم‌ها در ماده $9\times10^{28}\ \text{atom}/\text{m}^3$ است.

$(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m}/\text{A})$

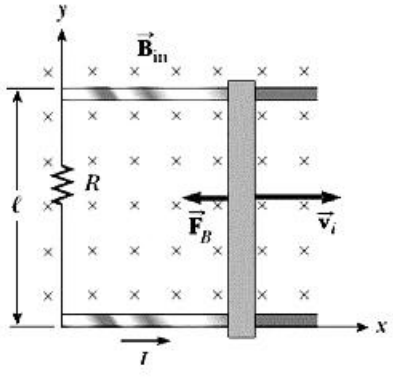
۱) $2/5$

۲) $1/9$

۳) $0/2$

۴) $1/0$

۴۵- میله رسانای نشان داده شده در شکل زیر روی دو ریل موازی رسانای بلند حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت $B_{in} = ۳\ T$ عمود بر صفحه کاغذ و به سمت داخل وجود دارد. جرم میله $۳۰۰\ g$ و طول آن $\ell = ۱۴۰\ cm$ است. مقاومت الکتریکی میله و ریل‌ها ناچیز و مقاومت $R = ۲۱۰\ \Omega$ به دو سر سمت چپ ریل‌ها متصل است. اگر در لحظه $t = ۰$ سرعت اولیه $\vec{v}_i$ عمود بر راستای میله و به سمت راست به آن داده شود، پس از چند ثانیه از شروع حرکت، تندی میله نصف می‌شود؟ $(\ln ۲ = ۰/۷)$



۱) ۷/۱

۲) ۵/۱

۳) ۱/۸

۴) ۲/۵

۴۶- در یک سیم‌پیچ با خودالقایی L نیروی محرکه القایی با زمان طبق رابطه $V = V_۰ e^{-kt}$ تغییر می‌کند که در آن k ضریب ثابتی است. بار الکتریکی کل که از لحظه $t = ۰$ تا $t = \frac{۵}{k}$ از سیم‌پیچ عبور کرده تقریبا کدام است؟

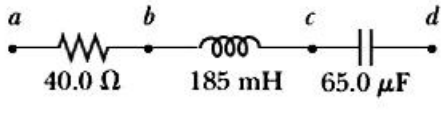
۱) $\frac{V_۰ I}{k^۲ L}$

۲) $\frac{۶V_۰}{k^۲ L}$

۳) $\frac{۵V_۰}{k^۲ L}$

۴) $\frac{۴V_۰}{k^۲ L}$

۴۷- یک منبع تغذیه متناوب با فرکانس $۵۰\ Hz$ و ولتاژ بیشینه $۱۵۰\ V$ میان نقطه‌های a و d متصل شده‌است. اختلاف پتانسیل بیشینه بین نقطه‌های b و d تقریبا چند ولت است؟



۱) ۳۳/۴

۲) ۱۶/۴

۳) ۱۴۶/۰

۴) ۳۹۱/۰

۴۸ در مورد موج الکترومغناطیسی در خلا کدام رابطه نادرست است؟ ($\vec{E}$ میدان الکتریکی، $\vec{B}$ میدان مغناطیسی، c تندی نور در خلا، u انرژی الکترومغناطیسی در واحد حجم، S توان انتقالی از طرف امواج الکترومغناطیسی به واحد سطح، I شدت موج الکترومغناطیسی و P فشار تابشی وارد بر یک سطح کاملا جاذب امواج الکترومغناطیسی است.)

۱) $I = c\, u_{avg}$

۲) $\vec{E} = c\vec{B}$

۳) $P = S / c$

۴) $u = \varepsilon_۰ E^۲$

۴۹- اگر چگالی انرژی متوسط تابش ریزموج زمینه کیهانی $۴\times۱۰^{-۱۴}\,J/m^۳$ باشد، دامنه میدان الکتریکی این امواج کدام است؟

۱) $۳/۳\,V/m$

۲) $۴/۷\,V/m$

۳) $۶۷\,mV/m$

۴) $۹۵\,mV/m$

۵۰- درون کره پلاستیکی شفافی به شعاع $۵\,cm$ و ضریب شکست ۱/۶ یک سکه کوچک است. این سکه عمود بر راستای یک شعاع کره و به فاصله $۳\,cm$ از مرکز آن قرار دارد. نوع تصویر سکه چیست و مکان تشکیل آن در چند سانتی‌متری از لبه کره (سطح خارجی) کره قرار دارد؟

۱) حقیقی و ۱/۰۹

۲) حقیقی و ۳/۵۳

۳) مجازی و ۱/۴۷

۴) مجازی و ۲/۴۲

۵۱- یک ذره با چه تندی باید حرکت کند تا جرم آن۳ درصد از جرم سکون آن بیش‌تر باشد؟ (c تندی نور در خلا است.)

۱) $۰/۲۴c$

۲) $۰/۳۰c$

۳) $۰/۹۴c$

۴) $۰/۶۴c$

۵۲- نوری با طول موج $۶۶۰\,nm$ و توان $۶\,mW$ به سطح یک فلز می‌تابد. با فرض آن که بازده کوانتومی ۲ درصد باشد، شدت جریان فوتوالکترون‌های تولید شده کدام است؟

۱) $۶۴\,mA$

۲) $۶۴\,\mu A$

۳) $۳۲\,mA$

۴) $۳/۲\,\mu A$

۵۳- متحرک A روی محور x و در جهت مثبت آن با تندی $۰/۸c$ و متحرک B روی محور y و در جهت مثبت آن با تندی $۰/۶۵c$ در حرکت و در حال دور شدن از هم هستند. متحرک B با چه تندی نسبت به متحرک A در حال دور شدن است؟

۱) $۰/۸۹c$

۲) $۰/۳۹c$

۳) $۰/۹۵c$

۴) $۰/۴۷c$

۵۴- ذره A با جرم سکون m_A در آزمایشگاه در حال سکون است. در یک لحظه ذره A به دو ذره B و C تلاشی می‌یابد. جرم سکون ذره B برابر m_B و جرم سکون ذره C برابر صفر است. اگر انرژی جنبشی ذره B برابر K_B باشد، مقدار m_A بر حسب m_B و K_B کدام است؟

۱) $m_A c^2 = \sqrt{m_B^2 c^4 + K_B^2 + 2K_B m_B c^2}$

۲) $m_A c^2 = \sqrt{m_B^2 c^4 + K_B^2 - 2K_B m_B c^2}$

۳) $m_A c^2 = \sqrt{m_B^2 c^4 + K_B^2 + 2K_B m_B c^2} - \sqrt{K_B^2 + 2K_B m_B c^2}$

۴) $m_A c^2 = \sqrt{m_B^2 c^4 + K_B^2 + 2K_B m_B c^2} + \sqrt{K_B^2 + 2K_B m_B c^2}$

۵۵ در یک پراکندگی کامپتون، انرژی فوتون پس از پراکندگی ۸۰keV و الکترون با انرژی ۲۵keV پس زده می‌شود. زاویه پراگندگی فوتون تقریبا چند درجه است؟

۱) ۶۰

۲) ۹۰

۳) ۱۲۰

۴) ۴۵

۵۶- در یک پدیده تولید زوج، پوزیترون تولید شده ساکن و الکترون با انرژی جنبشی ۳MeV در جهت فوتون تولید کننده زوج حرکت می‌کند. چه درصدی از اندازه حرکت فوتون به هسته انتقال می‌یابد؟

۱) ۱/۰

۲) ۳۸/۸

۳) ۱۳/۴

۴) صفر

۵۷- گر V حجم، T دما، P فشار، S آنتروپی، H انتالپی، F انرژی آزاد هلمهولتز و C_V گرمای ویژه در حجم ثابت یک سیستم ترمودینامیکی باشند، کدام رابطه نادرست است؟

۱) $P = -\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T$

۲) $T = \left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_P$

۳) $\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial^2 P}{\partial T^2}\right)_V$

۴) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = -\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$

۵۸- برای گاز وان دروالس با معادله حالت $P=\frac{RT}{v-b}+\frac{a}{v^2}$ که در آن v حجم مولی، P فشار و T دمای گاز و a و b مقادیر ثابتی هستند، k_T ضریب فشردگی در دمای ثابت گاز با کدام رابطه داده می‌شود؟

۱) $\frac{v^2(v-b)^2}{RTv^3-2a(v-b)^2}$

۲) $\frac{v^2(v-b)^2}{-RTv^3+2a(v-b)^2}$

۳) $\frac{Rv^2(v-b)}{-RTv^3+2a(v-b)^2}$

۴) $\frac{Rv^2(v-b)}{RTv^3-2a(v-b)^2}$

۵۹- جرم m از یک مایع در دمای T_1 با همان جرم از آن مایع در دمای T_2 مخلوط می‌شوند. مجموعه از لحاظ حرارتی ایزوله است. گرمای ویژه در فشار ثابت مایع C_P است. پس از تعادل، تغییر آنتروپی جهان کدام است؟

۱) $2mC_P\ln\frac{(T_1+T_2)}{2\sqrt{T_1T_2}}$

۲) $2mC_P\ln\frac{(T_1+T_2)}{\sqrt{T_1T_2}}$

۳) $mC_P\frac{(T_1+T_2)}{\sqrt{T_1T_2}}$

۴) $mC_P\frac{(T_1+T_2)^2}{4T_1T_2}$

۶۰ در گازی با تابع توزیع ماکسول بولتزمن تقریبا چند درصد از مولکول‌های گاز مولفه سرعت‌شان در امتداد مثبت محور x بین v_m و $1/01v_m$ است؟($v_m=\sqrt{2k_BT/m}$ و m جرم هر مولکول گاز است.)

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۲

۳) ۰/۵۶ ۴) ۲/۰

۶۱ سیستمی از N ذره بدون برهم‌کنش تشکیل شده است ($1\ll N$). انرژی هر ذره فقط یکی از دو مقدار $E_1=0$ یا $E_2>0$ است. اگر انرژی کل سیستم U و دمای آن T باشد، رابطه درست دما بر حسب انرژی کل کدام است؟

۱) $T=\frac{E}{k_B}\left(\exp\frac{U-NE}{U}\right)$

۲) $T=\frac{U}{k_B}\left(\exp\frac{U-NE}{E}\right)$

۳) $T=\frac{E}{k_B}\left(\ln\frac{NE-U}{U}\right)^{-1}$

۴) $T=\frac{U}{k_B}\left(\ln\frac{NE-U}{E}\right)^{-1}$

۶۲- در یک گاز فوتونی در دمای T تعداد فوتون‌ها در واحد حجم ظرف که فرکانس آن‌ها بین f و $f+df$ باشد، کدام است؟

۱) $\frac{8\pi}{c^3}\exp(-hf/k_BT)\,df$

۲) $\frac{8\pi}{c^3}\frac{f^2}{\exp(-hf/k_BT)-1}\,df$

۳) $\frac{8\pi}{c^3}\frac{f^2}{\exp(hf/k_BT)-1}\,df$

۴) $\frac{8\pi}{c^3}\frac{f^2}{\exp(hf/k_BT)+1}\,df$

۶۳- شرط کلی و عام که تابع توزیع گاز فرمیونی آزاد به تابع توزیع ماکسول ـ بولتزمن تبدیل شود چیست؟ (μ انرژی شیمیایی گاز است که در دمای صفر کلوین همان انرژی سطح فرمی آن است.)

۱) $\exp(-\mu/k_BT)>>1$

۲) $\exp(-\mu/k_BT)<<1$

۳) $k_BT<<1$

۴) $k_BT>>1$

۶۴- حل معادله تفاضلی $x_{t+2}-x_{t+1}-x_t=0$ که در آن $t=0,1,2,\ldots$ با شرط‌های اولیه $x_0=0$ و $x_1=1$ کدام است؟

۱) $x_t=\frac{1}{\sqrt{3}}\left[\left(\frac{1+\sqrt{3}}{2}\right)^t-\left(\frac{1-\sqrt{3}}{2}\right)^t\right]$

۲) $x_t=\frac{1}{\sqrt{6}}\left[\left(\frac{1+\sqrt{6}}{2}\right)^t-\left(\frac{1-\sqrt{6}}{2}\right)^t\right]$

۳) $x_t=\frac{1}{\sqrt{2}}\left[\left(\frac{1+\sqrt{2}}{2}\right)^t-\left(\frac{1-\sqrt{2}}{2}\right)^t\right]$

۴) $x_t=\frac{1}{\sqrt{5}}\left[\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^t-\left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^t\right]$

۶۵- اگر A ماتریس $n\times n$ هرمیتی و I ماتریس $n\times n$ واحد باشند، حاصل انتگرال زیر کدام است؟

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx\,\exp(-\pi x^2 I-2\sqrt{\pi}\,xA)$$

۱) $\exp(-A^2)$

۲) $\exp(A^2)$

۳) $\exp(\pi A^2)$

۴) $\exp(-\pi A^2)$

۶۶- کدام عبارت نادرست است؟ ($\mathbf{R}$ مجموعه اعداد حقیقی و $\mathbf{C}$ مجموعه اعداد مختلط است.)

۱) مجموعه توابع $\{f : R \to C\}$ تحت عمل جمع متعارف توابع تشکیل یک گروه با تعداد بی‌نهایت عضو می‌دهند.

۲) مجموعه ماتریس‌های یکانی $n \times n$ تحت عمل ضرب ماتریسی متعارف تشکیل یک گروه می‌دهند.

۳) مجموعه ماتریس‌های هرمیتی $n \times n$ تحت عمل ضرب ماتریسی متعارف تشکیل یک گروه می‌دهند.

۴) مجموعه عملگرهای جایگشت n شیء تحت عمل ضرب عملگری متعارف تشکیل یک گروه با تعداد $n!$ عضو می‌دهند.

۶۷- تبدیل فوریه تابع $f(x,y,z) = \frac{1}{x^2+y^2+z^2+a^2}$ که در آن a مقدار ثابتی حقیقی است، کدام است؟

(در گزینه‌ها $k^2 = k_x^2 + k_y^2 + k_z^2$)

۱) $\tilde{f}(k_x,k_y,k_z) = \pi\sqrt{2\pi}\,\frac{e^{ka}}{k}$

۲) $\tilde{f}(k_x,k_y,k_z) = \pi\sqrt{2\pi}\,\frac{e^{-ka}}{k}$

۳) $\tilde{f}(k_x,k_y,k_z) = 2\pi\sqrt{2\pi}\,\frac{\sinh(ka)}{k}$

۴) $\tilde{f}(k_x,k_y,k_z) = 2\pi\sqrt{2\pi}\,\frac{\cosh(ka)}{k}$

۶۸- در صفحه مختلط z تابع $f(z) = u(x,y) + i\,v(x,y)$ یک تابع تحلیلی است که در آن $u(x,y)$ و $v(x,y)$ توابعی حقیقی و $z = x + iy$ هستند. کدام تابع نمی‌تواند $u(x,y)$ یا $v(x,y)$ باشد؟

۱) $\frac{x}{x^2+y^2}$ که در آن $x^2+y^2 \neq 0$

۲) $e^{2y}\cos 2x$

۳) $x^3 - 3xy^2$

۴) x^2

۶۹- تابع مولد توابع لاگر وابسته $L_n^k(x)$ به شکل $\frac{e^{-xz/(1-z)}}{(1-z)^{k+1}} = \sum_{n=0}^{\infty} L_n^k(x)\,z^n$ که در آن $|z| < 1$ است. کدام رابطه نادرست است؟ (در گزینه‌ها علامت پرایم به معنای مشتق‌گیری نسبت به x است)

۱) $L_0^k(x) = 1$

۲) $L_n^k(0) = \frac{(n+k)!}{n!k!}$

۳) $L_1^k(x) = -x - k + 1$

۴) $(n+1)L_{n+1}^k(x) = (2n+k+1-x)L_n^k(x) - (n+k)L_{n-1}^k(x)$

۷۰- بسط تابع $\ln\left(\frac{1+x}{1-x}\right)$ در اطراف نقطه $x=0$ کدام است؟

۱) $2\left(x+\frac{x^3}{3}+\frac{x^5}{5}+\frac{x^7}{7}+\cdots\right)$

۲) $2\left(x-\frac{x^3}{3}+\frac{x^5}{5}-\frac{x^7}{7}+\cdots\right)$

۳) $\left(x^2+\frac{x^4}{2}+\frac{x^6}{3}+\frac{x^8}{4}\cdots\right)$

۴) $\left(x^2-\frac{x^4}{2}+\frac{x^6}{3}-\frac{x^8}{4}\cdots\right)$

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

۷۱- ذره‌ای در صفحه $x-y$ حرکت می‌کند. فاصله ذره از مبدأ مختصات در لحظه t برابر $r(t)=v_0 t$ و زاویه بردار مکان ذره با جهت مثبت محور x برابر $\varphi(t)=\omega_0 t$ است. در لحظه t مؤلفه x شتاب ذره در مختصات دکارتی کدام است؟ (v_0 و ω_0 ضریب‌های ثابتی هستند.)

۱) $-v_0 t\omega_0^2$

۲) $2\omega_0 v_0$

۳) $-\omega_0 v_0(2\sin\omega_0 t+\omega_0 t\cos\omega_0 t)$

۴) $-\omega_0 v_0(\omega_0 t\sin\omega_0 t-2\cos\omega_0 t)$

۷۲- کار نیروی $\vec{F}=(y^2-x^2+z^2)\hat{i}+(3xy-5z)\hat{j}+4zk$ که x، y و z بر حسب متر و F بر حسب نیوتن است از نقطه $(0,0,0)$ تا $(2,4,0)$ در صفحه $x-y$ روی مسیر $y=x^2$ چقدر است؟

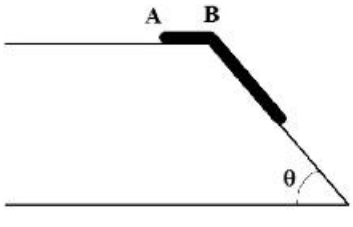
۱) $42/1\,J$

۲) $47/5\,J$

۳) $126/4\,J$

۴) $142/4\,J$

۷۳- زنجیری به طول L با توزیع جرم یکنواخت مطابق شکل روی سطح بدون اصطکاکی قرار دارد به طوری که در لحظه رها شدن $AB=L/3$ است. وقتی انتهای زنجیر به نقطه B می‌رسد سرعت زنجیر چقدر است؟



۱) $\sqrt{5Lg\sin\theta/9}$

۲) $\sqrt{2Lg\sin\theta/3}$

۳) $\sqrt{13Lg\sin\theta/9}$

۴) $\sqrt{4Lg\sin\theta/3}$

۷۴- نیروی وارد بر جسمی به جرم m به صورت $\vec{F}=(-kx-b\dot{x})\hat{i}$ که $\omega^2 \equiv \frac{k}{m}-\left(\frac{b}{2m}\right)^2 > 0$ است. اگر در لحظه $t=0$ سرعت اولیه و مکان اولیه جسم به ترتیب v_0 و x_0 باشد $x(t)$ کدام است؟

۱) $x(t)=\frac{x_0}{\cos\varphi}\exp(-\frac{b}{2m}t)\cos(\omega t+\varphi)$ که در آن $\tan\varphi=-(x_0\omega+\frac{b}{2m}x_0)/v_0$

۲) $x(t)=\frac{x_0}{\sin\varphi}\exp(-\frac{b}{2m}t)\sin(\omega t+\varphi)$ که در آن $\tan\varphi=-(x_0\omega+\frac{b}{2m}x_0)/v_0$

۳) $x(t)=\frac{x_0}{\sin\varphi}\exp(-\frac{b}{2m}t)\sin(\omega t+\varphi)$ که در آن $\tan\varphi=-(v_0+\frac{b}{2m}x_0)/(x_0\omega)$

۴) $x(t)=\frac{x_0}{\cos\varphi}\exp(-\frac{b}{2m}t)\cos(\omega t+\varphi)$ که در آن $\tan\varphi=-(v_0+\frac{b}{2m}x_0)/(x_0\omega)$

۷۵- بردار مکان ذره‌ای به جرم $m=0/003\,kg$ به صورت $\begin{cases}x(t)=2+4t-5\cos 6t\\ y(t)=-1+3t-5\sin 6t\\ z(t)=5-t\end{cases}$ است که t بر حسب ثانیه و x، y و z بر حسب متر هستند. مؤلفه x گشتاور وارد بر ذره در لحظه t در دستگاه واحدهای SI کدام است؟

۱) $0/54(5-t)\cos 6t$

۲) $-0/54(5-t)\sin 6t$

۳) $-0/018+0/18\cos 6t+(2/7-0/54t)\sin 6t$

۴) $-0/024+(2/7-0/54t)\cos 6t-0/18\sin 6t$

۷۶- مسیر حرکت ذره‌ای به جرم m که تحت تأثیر نیروی مرکزی $F(r)=-\frac{L^2}{m}(\frac{6k}{r^4}+\frac{1}{r^3})$ در صفحه $x-y$ حرکت می‌کند بر حسب زاویه با جهت مثبت محور x، θ، کدام است؟ (L تکانه زاویه‌ای ذره حول مبدأ مختصات و k ثابت است.)

۱) $r=k(0^2+\sin 0)$

۲) $r=6k(\theta^3+\sin\theta)$

۳) $r=k\theta^2$

۴) $r=6k\theta^3$

۷۷ ذره‌ای در امتداد مسیر $\begin{cases}x(t)=t^3-4t\\ y(t)=t^2+4t\\ z(t)=-3t^3+8t^2\end{cases}$ حرکت می‌کند که t برحسب ثانیه و x، y و z بر حسب متر است. شتاب مماسی ذره در لحظه $t=2s$ چقدر است؟

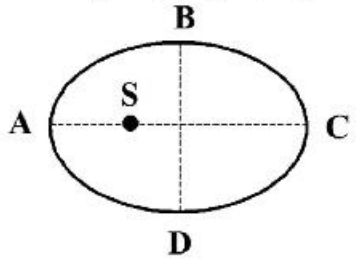
۱) $1/0\,m/s^2$

۲) $2/6\,m/s^2$

۳) $12/0\,m/s^2$

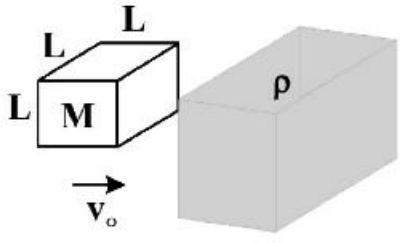
۴) $23/4\,m/s^2$

۷۸- مدار حرکت زمین به دور خورشید، S، یک بیضی با خروج از مرکز $\frac{۱}{۶۰}$ است. تفاوت زمانی طی مسیر BCD و DAB توسط زمین تقریباً چند روز است؟



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۲۰
۴) ۴۰

۷۹ مکعبی به جرم M و طول ضلع L با سرعت v_0 مطابق شکل وارد ناحیه‌ای از فضا شامل ذرات ریزی با چگالی ρ می‌شود. ذرات ساکن‌اند و هنگام برخورد به مکعب فقط به سطح جلویی مکعب می‌چسبند. سرعت مکعب درست در لحظه‌ای که کاملاً داخل این ناحیه قرار می‌گیرد چقدر است؟



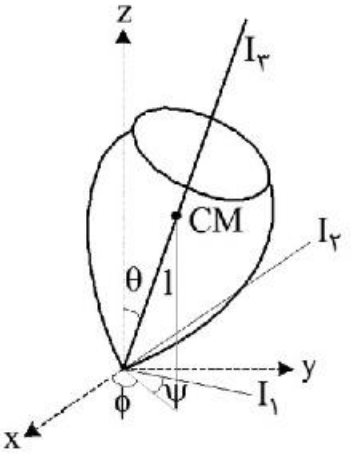
۱) $v = v_0 \exp\left(-\frac{M+\rho L^3}{M}\right)$
۲) $v = v_0\left(1-\ln\left(\frac{M+\rho L^3}{M}\right)\right)$
۳) $v = v_0 \exp\left(-\frac{M}{M+\rho L^3}\right)$
۴) $v = v_0 \frac{M}{M+\rho L^3}$

۸۰- چرخی به جرم m می‌تواند حول محوری به شعاع r که از مرکز چرخ می‌گذرد، بچرخد. شعاع سوراخ ایجاد شده در مرکز چرخ اندکی از شعاع محور بزرگتر است. در نتیجه هنگام دوران چرخ، فقط یک نقطه از محور با محیط سوراخ تماس دارد. لختی دورانی چرخ حول محور گذرنده از مرکز جرمش I است. ضریب اصطکاک جنبشی در نقطه تماس چرخ با محور μ_k است. اگر سرعت زاویه‌ای چرخ در لحظه $t = 0$ برابر ω_0 باشد چه مدت طول می‌کشد تا چرخ در اثر اصطکاک متوقف شود؟

۱) $\omega_0 I\mu_k / \sqrt{1+\mu_k^2}\, mgr$
۲) $\omega_0 I\sqrt{1+\mu_k^2} / \mu_k mgr$
۳) $\omega_0 I\mu_k^2 / \sqrt{1+\mu_k^2}\, mgr$
۴) $\omega_0 I\sqrt{1+\mu_k^2} / \mu_k^2 mgr$

۸۱- فرفره متقارنی به جرم m که لختی دورانی آن حول محورهای اصلی، $I_1 = I_2 = kI_3$ $(k>1)$ است، در نظر بگیرید. این فرفره مطابق شکل می‌تواند حول نوکش روی سطح افقی بدون اصطکاکی بچرخد. نقطه تماس نوک فرفره با سطح، جابجا نمی‌شود. فاصله مرکز جرم فرفره تا نقطه تماس l است. برای این که فرفره به ازای یک $\dot{\phi}$ ثابت، حرکت تقدیمی پایدار در یک θ معین داشته باشد، کمینه $\dot{\psi}$ چقدر باید باشد؟

$$\omega_1 = \dot{\theta}\cos\psi + \dot{\phi}\sin\theta\sin\psi, \quad \omega_2 = -\dot{\theta}\sin\psi + \dot{\phi}\sin\theta\cos\psi, \quad \omega_3 = \dot{\psi} + \dot{\phi}\cos\theta$$



۱) $\sqrt{(k-1)mgl\cos\theta / I_3}$

۲) $\sqrt{(k-1)mgl\cos\theta / kI_3}$

۳) $2\sqrt{(k-1)mgl\cos\theta / kI_3}$

۴) $2\sqrt{(k-1)mgl\cos\theta / I_3}$

۸۲- ذره‌ای به جرم m در داخل سطح مخروط بدون اصطکاکی به معادله $x^2 + y^2 = z^2\tan^2\alpha$ تحت تأثیر نیروی گرانش $\vec{g} = -g\hat{z}$ می‌لغزد. α ثابت است. هامیلتونی ذره در مختصات استوانه‌ای بر حسب تکانه‌های تعمیم یافته متناظر با مختصات r و φ کدام است؟

۱) $H = \frac{p_r^2\sin^2\alpha}{2mr^2} + \frac{p_\varphi^2}{2m} + mgr\cot\alpha$

۲) $H = \frac{p_r^2}{2mr^2} + \frac{p_\varphi^2\sin^2\alpha}{2m} + mgr\cot\alpha$

۳) $H = \frac{p_r^2\sin^2\alpha}{2m} + \frac{p_\varphi^2}{2mr^2} + mgr\cot\alpha$

۴) $H = \frac{p_r^2}{2m} + \frac{p_\varphi^2\sin^2\alpha}{2mr^2} + mgr\cot\alpha$

۸۳- ذره‌ای به جرم m در صفحه $x-z$ روی مسیر بدون اطلکاک $xz = c$ و تحت تأثیر نیروی گرانش، $\vec{g} = -g\hat{z}$، حرکت می‌کند. c ثابت است. معادله دیفرانسیل حرکت ذره کدام است؟

۱) $m\ddot{x}(x^4 + c^2x) - 6mc^2\dot{x}^2 - mgcx^3 = 0$

۲) $m\ddot{x}(x^4 + c^2x) - 2mc^2\dot{x}^2 - mgcx^3 = 0$

۳) $m\ddot{x}(x^4 + cx^3) - 2mc^2\dot{x}^2 - mgcx^3 = 0$

۴) $m\ddot{x}(x^4 + cx^3) - 6mc^2\dot{x}^2 - mgcx^3 = 0$

۸۴- یک ذره باردار نسبیتی به جرم (سکون) m و بار الکتریکی e وارد ناحیه‌ای از فضا که میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E} = E_0\hat{x}$ در آن برقرار است، می‌شود. در لحظه $t = 0$ ذره در مبدأ مختصات و تکانه نسبیتی اولیه آن $(p_{x0} = 0, p_{y0})$ است. $x(t)$، معادله حرکت این ذره کدام است؟

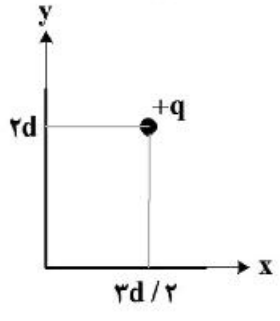
۱) $x(t) = eE_0c^2t^2 / \sqrt{m^2c^4 + p_{y0}^2c^2 + e^2E_0^2c^2t^2}$

۲) $x(t) = eE_0c^2t^2 / \left(mc^2 + \sqrt{p_{y0}^2c^2 + e^2E_0^2c^2t^2}\right)$

۳) $x(t) = \left(mc^2 + \sqrt{p_{y0}^2c^2 + e^2E_0^2c^2t^2}\right) / eE_0$

۴) $x(t) = \sqrt{m^2c^4 + p_{y0}^2c^2 + e^2E_0^2c^2t^2} / eE_0$

۸۵- بار نقطه‌ای $q+$ مطابق شکل زیر در نقطه‌ای به مختصات $(3d/2, 2d)$ مقابل دو صفحه رسانای نیمه نامتناهی متقاطع عمود بر هم نگه داشته شده است. بردار نیروی وارد بر بار نقطه‌ای از طرف صفحات چقدر است؟ (صفحات رسانا در پتانسیل الکتریکی صفر نگه داشته شده‌اند.)



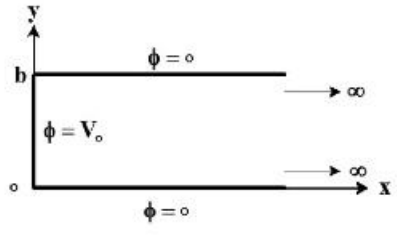
۱) $(0.09\hat{x} + 0.03\hat{y})q^2 / 4\pi\varepsilon_0 d^2$

۲) $-(0.09\hat{x} + 0.03\hat{y})q^2 / 4\pi\varepsilon_0 d^2$

۳) $(0.35\hat{x} + 0.12\hat{y})q^2 / 4\pi\varepsilon_0 d^2$

۴) $-(0.35\hat{x} + 0.12\hat{y})q^2 / 4\pi\varepsilon_0 d^2$

۸۶- دو صفحه رسانای نیمه نامتناهی موازی واقع در $y = 0$ و $y = b$ مطابق شکل زیر در پتانسیل الکتریکی صفر نگه داشته شده‌اند. یک نوار رسانای نامتناهی در $x = 0$ بین دو صفحه مذکور واقع است و در حالی که از دو صفحه دیگر ایزوله شده، در پتانسیل الکتریکی V_0 نگه داشته شده است. $\phi(x,y)$ پتانسیل الکتریکی در نقطه دلخواه (x,y) از فضای بین صفحات، کدام است؟



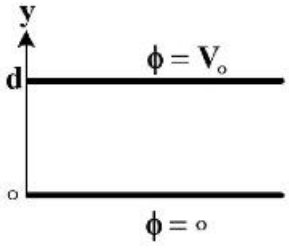
۱) $\phi(x,y) = \frac{4V_0}{\pi} \sum_{n=2,4,6,\cdots} \frac{1}{n} \exp(-\frac{n\pi x}{b}) \sin\frac{n\pi y}{b}$

۲) $\phi(x,y) = \frac{2V_0}{\pi} \sum_{n=2,4,6,\cdots} \frac{1}{n^2} \exp(-\frac{n\pi x}{b}) \sin\frac{n\pi y}{b}$

۳) $\phi(x,y) = \frac{2V_0}{\pi} \sum_{n=1,3,5,\cdots} \frac{1}{n^2} \exp(-\frac{n\pi x}{b}) \sin\frac{n\pi y}{b}$

۴) $\phi(x,y) = \frac{4V_0}{\pi} \sum_{n=1,3,5,\cdots} \frac{1}{n} \exp(-\frac{n\pi x}{b}) \sin\frac{n\pi y}{b}$

۸۷- فاصله بین صفحات یک خازن تخت d و پتانسیل الکتریکی صفحات خازن مطابق شکل صفر و V_0 است. فضای بین صفحات با بار الکتریکی با چگالی $\rho(x) = \rho_0 \exp(-y/d)$ پر شده است. میدان الکتریکی در ناحیه بین صفحات خازن کدام است؟ (از اثرات لبه صرف‌نظر کنید.)



۱) $-\left(\frac{V_0}{d} - \frac{\rho_0 d}{\varepsilon_0}(e^{-y/d} - 1)\right)$

۲) $-\left(\frac{V_0}{d} - \frac{\rho_0 d}{\varepsilon_0}(e^{-1} + e^{-y/d} - 1)\right)$

۳) $-\left(\frac{V_0}{d} + \frac{\rho_0 d}{\varepsilon_0}(e^{-y/d} - 1)\right)$

۴) $-\left(\frac{V_0}{d} + \frac{\rho_0 d}{\varepsilon_0}(e^{-1} + e^{-y/d} - 1)\right)$

۸۸- یک خازن تخت که فاصله بین صفحات آن x است، در نظر بگیرید. اگر U انرژی ذخیره شده در خازن، $\pm q$ بار الکتریکی روی صفحات، ϕ اختلاف پتانسیل بین صفحات و F_x نیروی جاذبه بین صفحات خازن باشد کدام روابط درست هستند؟

۱) $F_x^{(q)} \neq F_x^{(\phi)}$ و $F_x^{(q)} = -\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)_q$

۲) $F_x^{(q)} \neq F_x^{(\phi)}$ و $F_x^{(q)} = \left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)_q$

۳) $F_x^{(q)} = F_x^{(\phi)}$ و $F_x^{(\phi)} = \left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)_\phi$

۴) $F_x^{(q)} = F_x^{(\phi)}$ و $F_x^{(\phi)} = -\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)_\phi$

۸۹- بار الکتریکی نقطه‌ای $+q$ در مرکز یک پوسته عایق به شعاع داخلی a و شعاع خارجی b و ثابت دی‌الکتریک K قرار دارد. اگر σ_o و σ_i به ترتیب چگالی بار سطحی قطبشی روی سطح خارجی و داخلی پوسته باشند، حاصل $\sigma_o - \sigma_i$ کدام است؟

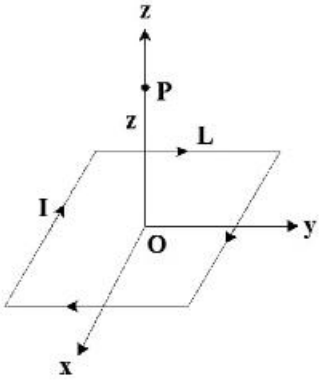
۱) $(K-1)\frac{q}{4\pi}(\frac{1}{b} + \frac{1}{a})$

۲) $(K-1)\frac{q}{4\pi}(\frac{1}{b} - \frac{1}{a})$

۳) $(\frac{K-1}{K})\frac{q}{4\pi}(\frac{1}{b} + \frac{1}{a})$

۴) $(\frac{K-1}{K})\frac{q}{4\pi}(\frac{1}{b} - \frac{1}{a})$

۹۰- یک حلقه سیم مربع شکل به طول ضلع L حامل جریان I است. اندازه پتانسیل برداری در نقطه P روی محور تقارن سیم و به فاصله z از مرکز مربع کدام است؟



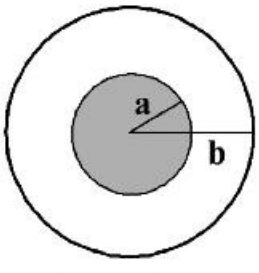
۱) $\frac{\mu_0 I}{\pi}\ln\left(\frac{\sqrt{L^2+z^2}+L}{\sqrt{L^2+z^2}-L}\right)$

۲) $\frac{\mu_0 I}{\pi}\ln\left(\frac{\sqrt{L^2+z^2}+z}{\sqrt{L^2+z^2}-z}\right)$

۳) نامتناهی

۴) صفر

۹۱- مقطع یک کابل هم‌محور بسیار طویل در شکل زیر نشان داده شده است. رسانای داخلی استوانه‌ای توپر به شعاع a و رسانای بیرونی یک پوسته استوانه‌ای به شعاع b است. جریانی یکسان ولی در دو جهت مخالف از رساناها می‌گذرد. نسبت b/a بر حسب c (عدد نپر) چقدر باشد تا ضریب خودالقای واحد طول کابل $\frac{\mu_0}{4\pi}$ شود؟ (محیط بین دو استوانه هوا است.)



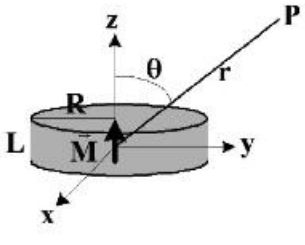
۱) $\sqrt[4]{c}$

۲) $\sqrt[3]{c}$

۳) $\sqrt{c}$

۴) c

۹۲- یک آهنربا به شکل یک قرص به شعاع R و ضخامت L در شکل زیر نشان داده شده است. اگر مغناطش این آهنربا $\vec{M} = M_0 \hat{z}$ باشد، میدان مغناطیسی در نقطه P در فاصله دور از مرکز قرص در مختصات کروی کدام است؟



۱) $\frac{\mu_0 RLM_0}{4r^2}(2\cos\theta\,\hat{r}+\sin\theta\,\hat{\theta})$

۲) $\frac{\mu_0 RLM_0}{4r^2}(\cos 0\,\hat{r}+2\sin 0\,\hat{\theta})$

۳) $\frac{\mu_0 R^2 LM_0}{4r^3}(2\cos\theta\,\hat{r}+\sin\theta\,\hat{\theta})$

۴) $\frac{\mu_0 R^2 LM_0}{4r^3}(\cos\theta\,\hat{r}+2\sin\theta\,\hat{\theta})$

۹۳ شدت میدان مغناطیسی یک موج تخت که در خلاء در جهت y+ منتشر می‌شود به صورت $\vec{H} = 4\times10^{-6}\cos(10^7\pi t - ky)\hat{z}$ است که t، y و H به ترتیب بر حسب s، m و A/m می‌باشند. مقدار k و بردار میدان الکتریکی، $\vec{E}$، کدام اند؟

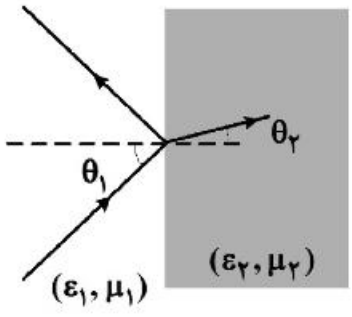
۱) $\dot{E} = -48\pi\times10^{-5}\cos(10^7\pi t - ky)\hat{x}$ (V/m) و $k = 0.105\,rad/m$

۲) $\dot{E} = -48\pi\times10^{-2}\cos(10^7\pi t - ky)\hat{x}$ (V/m) و $k = 105\,rad/m$

۳) $\vec{E} = -120\pi\times10^{-5}\cos(10^7\pi t - ky)\hat{x}$ (V/m) و $k = 0.105\,rad/m$

۴) $\dot{E} = -120\pi\times10^{-2}\cos(10^7\pi t - ky)\hat{x}$ (V/m) و $k = 105\,rad/m$

۹۴- ضریب بازتاب فرنل برای یک موج تخت با قطبش P که مطابق شکل از محیط (ε_1, μ_1) به مرز محیط (ε_2, μ_2) می‌تابد بر حسب $Z_i = \sqrt{\mu_i / \varepsilon_i}$ ،امپدانس محیط، به صورت $r_{12p} = \frac{Z_1 \cos\theta_1 - Z_2 \cos\theta_2}{Z_1 \cos\theta_1 + Z_2 \cos\theta_2}$ است. اگر θ_B زاویه بروستر باشد $\sin^2\theta_B$ چقدر است؟



۱) $\frac{1}{1+\varepsilon_2\mu_2/\varepsilon_1\mu_1}$

۲) $\frac{1}{1+\varepsilon_1\mu_1/\varepsilon_2\mu_2}$

۳) $\frac{1-\varepsilon_1\mu_2/\varepsilon_2\mu_1}{1-(\varepsilon_1/\varepsilon_2)^2}$

۴) $\frac{1-\varepsilon_2\mu_1/\varepsilon_1\mu_2}{1-(\varepsilon_2/\varepsilon_1)^2}$

۹۵- یک موج الکترومغناطیسی تخت از خلاء به مرز یک دی‌الکتریک می‌تابد. ضریب بازتاب موج از مرز دی‌الکتریک R است. اگر زاویه تابش موج (نسبت به خط عمود بر مرز) θ باشد نیروی عمود بر واحد سطح دی‌الکتریک بر حسب چگالی انرژی موج تابشی، u، چقدر است؟

۱) $u(1+R)\cos\theta$

۲) $u(1+R)\cos^2\theta$

۳) $u(1-R)\cos\theta$

۴) $u(1-R)\cos^2\theta$

۹۶- کدام گزینه نادرست است؟

۱) اگر در یک چارچوب مرجع $\dot{E}_1 = 0$ باشد در هر چارچوب مرجع دیگری نیز چنین است. $\dot{E}_1$ مولفه میدان الکتریکی عمود بر راستای سرعت نسبی دو چارچوب است.

۲) اگر در یک چارچوب مرجع $\dot{E} = c\dot{B}$ باشد در هر چارچوب مرجع دیگری نیز چنین است.

۳) اگر میدان‌های $\vec{E}$ و $\vec{B}$ در چارچوب مرجعی بر هم عمود باشند می‌توان چارچوب مرجعی پیدا کرد که در آن $\vec{E}$ یا $\vec{B}$ صفر باشد.

۴) اگر میدان‌های $\vec{E}$ و $\vec{B}$ در چارچوب مرجعی بر هم عمود باشند در هر چارچوب مرجع دیگری نیز بر یکدیگر عمودند.

۹۷- الکترونی در یک سینکروترون به شعاع ۲m تا نصف سرعت نور شتاب گرفته است. مرتبه بزرگی توان تابشی به وسیله الکترون چند وات است؟ (بار الکترون $e = -1/6\times10^{-19}\,C$ است.)

۱) 10^{-19}

۲) 10^{21}

۳) 10^{-23}

۴) 10^{-25}

۹۸- ذره‌ای در چاه پتانسیل مربعی نامتناهی یک بعدی در بازه $0 < x < L$ محصور است. احتمال این که ذره در بازه $0/49L < x < 0/51L$ در حالت پایه انرژی مجاز خود یافت شود، چقدر است؟

۱) ۰/۰۲

۲) ۰/۰۴

۳) ۰/۲

۴) ۰/۴

۹۹- تابع موج ذره‌ای که در یک بعد (راستای محور x) حرکت می‌کند به شکل $\psi(x)=\frac{N}{x^2+L^2}$ است که $-\infty < x < +\infty$. در این حالت عدم قطعیت در مکان ذره $\Delta(x)=\sqrt{\langle x^2\rangle-\langle x\rangle^2}$ کدام است؟

$$\int_{-\infty}^{\infty}\frac{dx}{(x^2+L^2)^2}=\frac{\pi}{2L^3}$$

۱) $L/2$

۲) L

۳) $\sqrt{2}L$

۴) $2L$

۱۰۰- تابع موج ذره‌ای به جرم m محصور در چاه پتانسیل یک بعدی $V(x)=\begin{cases} cx & x>0 \\ \infty & x<0 \end{cases}$ که $c>0$ ضریب ثابتی است، در فضای تکانه $\phi(p)=\frac{1}{\sqrt{2\pi c\hbar}}\exp\left[\frac{i}{c\hbar}\left(\frac{p^3}{6m}-Ep\right)\right]$ است. ویژه مقادیر انرژی ذره از کدام رابطه به دست می‌آیند؟

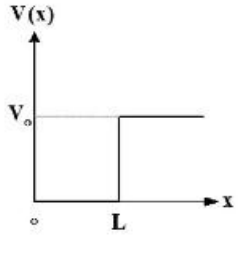
۱) $\int_{-\infty}^{\infty}\sin\left[\left(p^3/6m-Ep\right)/c\hbar\right]dp=0$

۲) $\int_{-\infty}^{\infty}\sin^2\left[\left(p^3/6m-Ep\right)/ch\right]dp=0$

۳) $\int_{-\infty}^{\infty}\cos\left[\left(p^3/6m-Ep\right)/ch\right]dp=0$

۴) $\int_{-\infty}^{\infty}\cos^2\left[\left(p^3/6m-Ep\right)/ch\right]dp=0$

۱۰۱ ذره‌ای به جرم m در چاه پتانسیل یک بعدی نشان داده شده در شکل زیر که در آن $V(x=0)=\infty$ مقید است. ویژه مقادیر انرژی این ذره از معادله $\tan kL=-k/q$ به دست می‌آیند که $E=\hbar^2k^2/2m$ و $V_0-E=\hbar^2q^2/2m$. اگر ذره در کوچکترین ویژه مقدار مجاز انرژی خود باشد کدام رابطه درست است؟



۱) $V_0=h^2/32mL^2$

۲) $V_0=h^2/16mL^2$

۳) $V_0=h^2/8mL^2$

۴) $V_0=h^2/2mL^2$

۱۰۲- کدام عبارت درست است؟

۱) ویژه مقادیر یک عملگر یکانی الزاماً حقیقی‌اند.

۲) ویژه مقادیر یک عملگر یکانی الزاماً مختلط‌اند.

۳) ویژه مقادیر یک عملگر یکانی الزاماً دارای اندازه واحداند.

۴) ویژه مقادیر یک عملگر غیر هرمیتی الزاماً غیر حقیقی‌اند.

۱۰۳- اگر $|u_n\rangle$ ها که $n = ۰,۱,۲,\cdots$ ویژه‌توابع انرژی یک نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی با بسامد زاویه‌ای ω باشند و تعداد بسیار زیادی نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی، همگی در حالت $|\psi\rangle$ داده شده در زیر داشته باشیم و روی هر کدام اقدام به اندازه‌گیری انرژی نماییم به طور متوسط چه مقداری برای انرژی نوسانگر به دست می‌آوریم؟

$$|\psi\rangle = \frac{۱}{۴}|u_۰\rangle + \frac{\sqrt{۶}\,i}{۴}|u_۱\rangle + \frac{۳i}{۴}|u_۲\rangle$$

۱) $۷\sqrt{۶}\,\hbar\omega / ۸$

۲) $۳\sqrt{۶}\,\hbar\omega / ۴$

۳) $\hbar\omega$

۴) $۲\hbar\omega$

۱۰۴- ویژه مقادیر هامیلتونی $\hat{H} = E_۰\hat{a}^\dagger\hat{a} + E_۱(\hat{a}^\dagger + \hat{a})$ که در آن $\hat{a} = \sqrt{\frac{m\omega}{۲\hbar}}\,\hat{x} + \frac{i}{\sqrt{۲m\omega\hbar}}\,\hat{p}$ (و $\hat{x}$ و $\hat{p}$ عملگر مکان و تکانه خطی‌اند) بر حسب $n = ۰,۱,۲,\cdots$ کدامند؟

۱) $nE_{۰} + \frac{E_۱^۲}{E_۰}$

۲) $(n+\frac{۱}{۲})E_{۰} + \frac{E_۱^۲}{۲E_{۰}}$

۳) $nE_{۰} - \frac{E_۱^۲}{E_{۰}}$

۴) $(n+\frac{۱}{۲})E_{۰} - \frac{E_۱^۲}{۲E_{۰}}$

۱۰۵- در اثر بهنجار زیمان اتم هیدروژن برای گذارهای مجاز از زیر ترازهای $\ell = ۲$ به زیرترازهای $\ell = ۱$ چند خط طیفی ناشی از گذار قابل مشاهده است؟

۱) ۱۵

۲) ۹

۳) ۵

۴) ۳

۱۰۶- تابع موج یک اتم هیدروژن در یکی از ویژه‌حالت‌های انرژی E_n به صورت $\psi_{n\ell m}(\vec{r},t)=R_{n\ell}(r)Y_\ell^m(\theta,\varphi)\exp(-iE_nt/\hbar)$ است. چگالی جریان احتمال بر حسب جرم کاهش‌یافته الکترون – پروتون، μ، در مختصات کروی کدام است؟ ($Y_\ell^m(\theta,\varphi)\sim P_\ell^m(\cos\theta)e^{im\varphi}$.)

۱) $\vec{j}=\dfrac{m\hbar|\psi_{n\ell m}|^2}{\mu r\sin\theta}\hat{\varphi}$

۲) $\vec{j}=\dfrac{\ell(\ell+1)\hbar|\psi_{n\ell m}|^2}{\mu r}\hat{\theta}$

۳) $\vec{j}=\dfrac{\ell(\ell+1)\hbar|\psi_{n\ell m}|^2}{\mu r}\hat{\theta}+\dfrac{m\hbar|\psi_{n\ell m}|^2}{\mu r\sin\theta}\hat{\varphi}$

۴) صفر

۱۰۷- حاصل عبارت $\hat{J}_-^2(Y_1^1(\theta,\varphi)\chi^+)$ که در آن $\hat{J}_-=\hat{L}_-+\hat{S}_-$ و $\chi^\pm$ ویژه توابع $\hat{S}_z$ با ویژه مقدار $\pm\hbar/2$ هستند، کدام است؟

۱) $2\hbar^2(Y_1^{-1}(\theta,\varphi)\chi^+ + \sqrt{2}Y_1^0(\theta,\varphi)\chi^-)$

۲) $2\hbar^2(\sqrt{2}Y_1^{\ 1}(\theta,\varphi)\chi^{\ 1} - Y_1^0(\theta,\varphi)\chi^{\ })$

۳) $\hbar^2(Y_1^{-1}(\theta,\varphi)\chi^+ + \sqrt{2}Y_1^0(\theta,\varphi)\chi^-)$

۴) $\hbar^2(\sqrt{2}Y_1^{-1}(\theta,\varphi)\chi^+ - Y_1^0(\theta,\varphi)\chi^-)$

۱۰۸- جابجایی انرژی حالت پایه یک نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی به جرم m و بسامد زاویه‌ای ω در حضور اختلال $V(x)=c\hat{x}^3$ که c ضریب ثابت حقیقی است، چقدر است؟ (اگر $|u_n\rangle$ ها ویژه‌توابع انرژی یک نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی با بسامد زاویه‌ای ω باشند:

$$\langle u_{n'}|x^3|u_n\rangle=(\hbar/2m\omega)^{3/2}\Big[\sqrt{(n+1)(n+2)(n+3)}\,\delta_{n',n+3}$$
$$+\sqrt{n(n-1)(n-2)}\,\delta_{n',n-3}+3(n+1)\sqrt{n+1}\,\delta_{n',n+1}+3n\sqrt{n}\,\delta_{n',n-1}\Big])$$

۱) $\dfrac{7}{8}\dfrac{c^2\hbar^2}{m^3\omega^4}$

۲) $-\dfrac{7}{8}\dfrac{c^2\hbar^2}{m^3\omega^4}$

۳) $\dfrac{11}{8}\dfrac{c^2\hbar^2}{m^3\omega^4}$

۴) $-\dfrac{11}{8}\dfrac{c^2\hbar^2}{m^3\omega^4}$

۱۰۹- انرژی حالت پایه ذره‌ای به جرم m در چاه پتانسیل مربعی یک بعدی نامتناهی در بازه $-L < x < L$ با استفاده از روش وردش، با تابع موج آزمون بهنجار $\psi(x)=\begin{cases}\sqrt{3/(2L^3)}\,(L+x) & -L \le x \le 0 \\ \sqrt{3/(2L^3)}\,(L-x) & 0 \le x \le L\end{cases}$ چقدر است؟

۱) $\frac{3\hbar^2}{4mL^2}$

۲) $\frac{3h^2}{2ml^2}$

۳) $\frac{\pi^2h^2}{8ml^2}$

۴) $\frac{\pi^2\hbar^2}{4ml^2}$

۱۱۰- هامیلتونی یک ذره با اسپین $\frac{1}{2}$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}=B\hat{z}$ به صورت $\hat{H}=\frac{\hbar\omega}{2}\hat{\sigma}_z$ است. اگر در لحظه $t=0$ حالت ذره $\psi(0)=\frac{1}{5}\begin{pmatrix}3\\4\end{pmatrix}$ باشد، در لحظه $t>0$ مقدار چشمداشتی $\langle \hat{S}_y \rangle$ کدام است؟

۱) $\frac{12\hbar}{25}\sin\omega t$

۲) $\frac{12\hbar}{25}\cos\omega t$

۳) $\frac{6h}{25}\sin\omega t$

۴) $\frac{6\hbar}{25}\cos\omega t$