

366

B

نام
نام خانوادگی
محل امضاء

صبح پنجشنبه
۸۹/۱۱/۲۸
دفترچه ۱ از دو دفترچه



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

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

آزمون ورودی دوره های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۳۹۰

مجموعه فوتونیک - کد ۱۲۰۵

مدت پاسخگویی: ۲۱۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۱۰

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	الکترومغناطیس	۲۰	۳۱	۵۰
۳	فیزیک مدرن	۲۰	۵۱	۷۰
۴	مکانیک کوانتومی	۲۰	۷۱	۹۰
۵	الکترونیک	۲۰	۹۱	۱۱۰

بهمن ماه سال ۱۳۸۹

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.

PART A: Vocabulary

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

- 1- The questionnaire was intended to ----- information on eating habits.
1) retain 2) survey 3) elicit 4) presume
- 2- The prime minister has called on the public to ----- behind the government.
1) rally 2) denote 3) pursue 4) underlie
- 3- College life opened up a whole ----- of new experiences.
1) core 2) gamut 3) exposure 4) appreciation
- 4- The discovery of the new planet gave fresh ----- to research on life in outer space.
1) status 2) scheme 3) impetus 4) domain
- 5- It was ----- of me to forget to give you the message.
1) pitfall 2) remiss 3) obstacle 4) inhibition
- 6- The number of old German cars still on the road ----- to the excellence of their manufacture.
1) traces 2) orients 3) restores 4) attests
- 7- Age alone will not ----- them from getting admission to this university.
1) react 2) distort 3) conduct 4) preclude
- 8- New technology, the main ----- of the 1980s, has been a mixed blessing.
1) legacy 2) surplus 3) expansion 4) circumstance
- 9- I'm sure my university days appear happier in ----- than they actually were at the time.
1) procedure 2) proportion 3) retrospect 4) approximation
- 10- Even a(n) ----- glance at the figures will tell you that sales are down.
1) cursory 2) implicit 3) marginal 4) sustainable

PART B: Grammar

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

A map is always smaller than the real world which it represents. The difference (11) ----- between the map and the Earth's surface (12) ----- a scale ratio. For example, the scale ratio 1:50,000 states that one unit of measurement on the map is (13) ----- fifty thousand such units on the ground. Therefore, one centimeter on the map amounts to 50,000 centimeters (500 meters) (14) ----- the ground.

A map at a large scale, (15) ----- 1:10,000, will show a small area of the Earth's surface in considerable detail. A small-scale map, will show a much larger area, but in much less detail.

- | | | | |
|--------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| 11- 1) in size | 2) as size | 3) from sizes | 4) for sizes |
| 12- 1) expresses | | 2) is expressing | |
| 3) is expressed by | | 4) will be expressed by | |
| 13- 1) equally to | 2) equally with | 3) equal with | 4) equal to |
| 14- 1) in | 2) on | 3) over | 4) under |
| 15- 1) similar | 2) such as | 3) being like | 4) the same as |

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:

In lasers with homogeneously broadened transitions, an increase in pumping cannot increase the population inversion beyond the threshold value where the gain per pass equals the losses. This is because the spectral lineshape function $g(\nu)$ describes the response of each individual atom. Which are all considered to behave identically. Thus as the pumping is increased from below the threshold value the laser will begin to oscillate at the center frequency ν_0 . The gain at other frequencies will remain below threshold, however. So that an ideal homogeneously broadened laser will oscillate only at a single frequency.

In inhomogeneously broadened lasers, on the other hand, where individual atoms are considered to behave differently from one another, the population inversion and gain profile can increase above the threshold values at frequencies other than ν_0 . The gain at ν_0 , however, remains clamped at the threshold value due to gain saturation. Further pumping may increase the gain at other frequencies until oscillations commence at those frequencies also. This results in decreases in both the population inversion and gain to the threshold values. The gain curve therefore acquires depressions or holes in it at these oscillating frequencies this is referred to as hole burning. The gain curves for homogeneous and inhomogeneous atomic systems are illustrated in Fig. 6.1, where the curves labeled A, B and C correspond to pumping levels below threshold, at threshold and above threshold respectively. Let us now consider gas lasers which are usually inhomogeneously.

- 16- At what level does the gain in inhomogeneously laser remain?
 1) Minimum 2) Maximum 3) Threshold value 4) Acquires depression
- 17- What is the difference between homogeneous and inhomogeneous broadband lasers?
 1) There is no difference in population inversion.
 2) In homogeneous lasers population inversion can be increased beyond the threshold value.
 3) In inhomogeneous lasers population inversion cannot be increased beyond the threshold value.
 4) In homogeneous lasers population inversion cannot be increased beyond the threshold value.
- 18- Oscillation occurs in single frequencies in
- 1) in both lasers 2) non of the above
 3) inhomogeneous broadband lasers 4) ideal homogeneous broadband lasers

- 19- The gain at V_o for inhomogeneous broad band lasers
- 1) none of the above
 - 2) remains above the threshold value
 - 3) is much less than the threshold value
 - 4) remains clamped at the threshold value
- 20- What does hole burning refer to?
- 1) The gain curve acquires depressions at other frequencies.
 - 2) The gain curve acquires depressions at V_o frequency.
 - 3) Oscillation is at V_o frequency.
 - 4) The saturation of the gain.

Passage 2:

One obvious way of avoiding intermodal dispersion is to use fibers of such small radii that they can support only a single mode (this will be the LP_{01} mode). The maximum radius permitted is given by Eq. Even when this is done, however, there still remain three other sources of pulse dispersion which are present when the propagating radiation is not perfectly monochromatic. One of these, profile dispersion, was briefly mentioned at the end of the last section. The other two are waveguide dispersion, and material dispersion.

Material dispersion is due to the wavelength dependence of the refractive index and would apply equally to a plane wave traveling in a medium of infinite extent. Waveguide dispersion arises because the mode velocity depends on wavelength via the parameter V , and this would be true even if the refractive index were independent of wavelength. Provided the guide dimensions are such that we are not close to mode cut off, then waveguide dispersion is usually much smaller than material dispersion. Material dispersion is of special significance in silica-based fibers since it becomes zero at about $1.3 \mu m$ and we now consider it in more detail.

It is well known that a pulse of radiation consisting of a finite spread of wavelengths travels with the group velocity v_g given by.

- 21- Intermodal dispersion can be avoided through using
- 1) large radii fibers
 - 2) small radii fibers
 - 3) blue ray light
 - 4) multi mode fiber
- 22- When does the pulse dispersion occur?
- 1) When the propagation radiation is reflected.
 - 2) When the propagation radiation is not perfectly non monochromatic.
 - 3) When the propagation radiation is not perfectly monochromatic.
 - 4) When the propagation radiation is not perfectly chromatic.
- 23- What is the cause of material dispersion?
- 1) It is due to the pulse dispersion.
 - 2) It is due to the mode velocity.
 - 3) It is due to the waveguide dispersion.
 - 4) It is due to the wavelength dependence of the refractive index.

24- Which statement is correct?

- 1) Waveguide dispersion is usually much greater than material dispersion.
- 2) Waveguide dispersion is usually much smaller than material dispersion.
- 3) Waveguide dispersion is of special significance in silica-based fibers.
- 4) Waveguide dispersion arises because the mode velocity does not depend on wavelength via the parameter V .

25- Waveguide dispersion and material dispersion can both affect the

- 1) amount of pulse dispersion
- 2) frequency of oscillation
- 3) mode of the propagation
- 4) amount of the delay in wave motion

Passage 3:

In the vacuum photodiode a photoemissive surface (the photocathode) is placed inside a vacuum tube with another electrode, the anode, placed nearby and biased positively with respect to it. When the photocathode is illuminated the emitted electrons will be collected by the anode and current will flow in the external circuit. If the bias voltage is large enough (in practice a few hundred volts) all the emitted electrons will be collected and the current will be almost independent of bias voltage and also will be proportional to the light intensity.

Generally the output of simple photodiodes is relatively small and requires amplification, although photodiodes with a high current capability can be useful when examining high intensity laser pulses. There are, however, two methods by which useful internal gain may be achieved within the device itself. In the gas filled phototube the tube contains a gas such as argon under low pressure (≈ 1 Torr or less). Photoelectrons on their way from the cathode to the anode will collide with gas atoms and provided they are sufficiently energetic may ionize them and so generate further electrons. The overall current gain may be typically of order of 10 and will obviously depend fairly critically.

26- What is the polarity of the anode?

- 1) Positive
- 2) Negative
- 3) Grounded
- 4) Neutral

27- Where is the location of the photocathode?

- 1) Inside the electrodes
- 2) Inside the vacuumed chamber
- 3) Inside the vacuumed tube
- 4) Inside the high current chamber

28- What is the magnitude of the output of photodiodes?

- 1) Noisy
- 2) Small
- 3) Relatively large
- 4) Relatively noisy

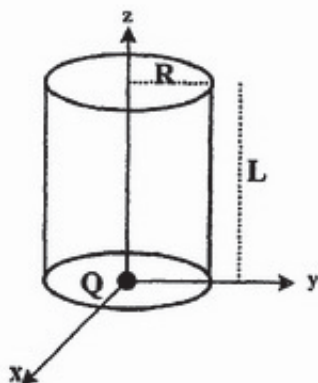
29- What is the relation between generated electron current and the bias voltage?

- 1) They are almost independent.
- 2) Bias voltage depends on current.
- 3) Electron current completely depends on bias voltage.
- 4) Bias current is relatively dependent on bias voltage.

30- What is the condition for photodiodes to generate further electrons?

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1) Bias voltage must be high. | 2) Current gain must be sufficient. |
| 3) They must be sufficiently energetic. | 4) Chamber must not be vacuumed. |

۳۱- مطابق شکل بار نقطه‌ای Q روی محور استوانه‌ای به شعاع R و طول L قرار دارد. شار الکتریکی خالص گذرنده از سطح جانبی استوانه چقدر است؟



$$(1) \frac{Q}{2\epsilon_0} \frac{L}{\sqrt{L^2 + R^2}}$$

$$(2) \frac{Q}{4\epsilon_0} \frac{L}{\sqrt{L^2 + R^2}}$$

$$(3) \frac{Q}{4\epsilon_0} \left(1 - \frac{R}{\sqrt{L^2 + R^2}} \right)$$

$$(4) \frac{Q}{4\epsilon_0} \left(1 - \frac{R}{\sqrt{L^2 + R^2}} \right)$$

۳۲- بار نقطه‌ای q در مبدأ مختصات و بار نقطه‌ای $-\frac{q}{2}$ روی محور z ها در $z = a$ قرار دارد. مکان هندسی نقاط هم پتانسیل با پتانسیل الکتریکی صفر کدام است؟

(۱) کره‌ای به شعاع $\frac{2a}{3}$ و مرکز $(0, 0, \frac{2a}{3})$

(۲) کره‌ای به شعاع $\frac{2a}{3}$ و مرکز $(0, 0, \frac{2a}{3})$

(۳) کره‌ای به شعاع $2a$ و مرکز $(0, 0, \frac{2a}{3})$

(۴) کره‌ای به شعاع $2a$ و مرکز $(0, 0, \frac{2a}{3})$

۳۳- در کره‌ای به شعاع R_0 بار به صورت حجمی با چگالی یکنواخت ρ توزیع شده است. در این کره حفره‌ای به شعاع r_0 وجود دارد. فاصله مرکز این حفره تا مرکز کره برابر a است. $(a + r_0 < R_0)$. پتانسیل الکتریکی در مرکز حفره کدام است؟ مبدأ پتانسیل را در فاصله بینهایت دور از مرکز کره بگیرید.

$$(1) \frac{\rho}{2\epsilon_0} \left(R_0^2 - r_0^2 - \frac{a^2}{2} \right)$$

$$(2) \frac{\rho}{2\epsilon_0} \left(R_0^2 - r_0^2 - \frac{a^2}{2} \right)$$

$$(3) \frac{\rho}{2\epsilon_0} \left(R_0^2 - r_0^2 - \frac{a^2}{2} \right)$$

$$(4) \frac{\rho}{2\epsilon_0} \left(R_0^2 - r_0^2 - \frac{a^2}{2} \right)$$

۳۴- پتانسیل الکتریکی در داخل و خارج یک پوسته کروی به شعاع a که مرکز آن در مبدأ مختصات قرار دارد

$$\phi(\vec{r}) = \begin{cases} V_0 & (r \leq a) \\ \frac{V_0 a}{r} & (r \geq a) \end{cases}$$

است. بار الکتریکی کل پوسته و انرژی الکتریکی وابسته به این توزیع بار کدام است؟

(۱) $U = 4\pi\epsilon_0 V_0^2 a$ و $Q = 2\pi\epsilon_0 V_0 a$

(۲) $U = 2\pi\epsilon_0 V_0^2 a$ و $Q = 2\pi\epsilon_0 V_0 a$

(۳) $U = 2\pi\epsilon_0 V_0^2 a$ و $Q = 4\pi\epsilon_0 V_0 a$

(۴) $U = 4\pi\epsilon_0 V_0^2 a$ و $Q = 4\pi\epsilon_0 V_0 a$

۳۵- سه سطح رسانای بی نهایت بزرگ در صفحه های xy ، xz و yz دارای پتانسیل های برابر V_0 می باشند. اگر چگالی بار موجود در

صفحه xz برابر $\sigma = \frac{\sigma_0}{S_0} xz$ باشد پتانسیل الکتریکی $V(x, y, z)$ در فضا کدام است؟

(۱) $-\frac{\sigma_0}{\epsilon_0 S_0} xyz + V_0$

(۲) $-\frac{\sigma_0}{2\epsilon_0 S_0} xyz + V_0$

(۳) $-\frac{\sigma_0}{\epsilon_0 S_0} xyz + \frac{\sigma_0}{\epsilon_0 S_0} (x^2 z + z^2 x) + V_0$

(۴) $-\frac{\sigma_0}{2\epsilon_0 S_0} xyz + \frac{\sigma_0}{2\epsilon_0 S_0} (x^2 z + xz^2) + V_0$

۳۶- داخل کره ای به شعاع R که مرکزش بر مبدأ مختصات منطبق است بار حجمی با چگالی $\rho(r, \theta) = \frac{kR}{r^2} (R - 2r) \sin \theta$ (که

r و θ مختصات کروی هستند و k ثابت است) پر شده است. کدام گزینه نشان دهنده پتانسیل الکتریکی در فواصل دور از کره است؟ A و B و C ثابت اند.

(۱) $\frac{C}{r^2}$

(۲) $\frac{A}{r} + \frac{B}{r^2}$

(۳) $\frac{B}{r^2} + \frac{C}{r^3}$

(۴) $\frac{A}{r} + \frac{B}{r^2} + \frac{C}{r^3}$

۳۷- پتانسیل الکتریکی یک پوسته کروی به شعاع a در مختصات کروی r و θ به صورت $\phi(\vec{r}) = \frac{\sigma_0}{2\epsilon_0} \left(\frac{a^2}{r^2} - 1 \right) r \cos \theta$ است.

اندازه نیروی جاذبه الکتریکی بین دو نیمکره دارای بار الکتریکی مثبت و منفی چقدر است؟

$$(1) \frac{3 \sigma_0^2 \pi a^2}{16 \epsilon_0}$$

$$(2) \frac{3 \sigma_0^2 \pi a^2}{4 \epsilon_0}$$

$$(3) \frac{9 \sigma_0^2 \pi a^2}{4 \epsilon_0}$$

$$(4) \frac{9 \sigma_0^2 \pi a^2}{16 \epsilon_0}$$

۳۸- یک دو قطبی الکتریکی نقطه‌ای با ممان \vec{P} را در مرکز یک کره دی الکتریک با ضریب گذردهی ϵ_1 و شعاع R در امتداد محور Z قرار می‌دهیم. کره خود در محیط دی الکتریک با ضریب گذردهی ϵ_2 قرار دارد. چگالی بارهای قطبشی حجمی در داخل کره کدام است؟

(۱) صفر

$$(2) P \left(\frac{1}{r^2} + \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{R^2(\epsilon_1 + 2\epsilon_2)} \right) \cos \theta$$

$$(3) P \left(\frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{R^2(\epsilon_1 + 2\epsilon_2)} \right) \sin \theta$$

$$(4) \frac{P}{2} \left(\frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{R^2(\epsilon_1 + 2\epsilon_2)} \right) \sin \theta$$

۳۹- ناحیه بین دو پوسته استوانه‌ای هم محور طویل به شعاع a و b ($a \leq r \leq b$) از ماده‌ای اهمی با رسانندگی $g(r) = \frac{g_0}{r}$ پر شده است. پوسته داخلی و خارجی به ترتیب در پتانسیل V_0 و صفر نگه داشته شده‌اند. پتانسیل بین دو پوسته در حالت پایا، $\phi(r)$ کدام است؟

$$(1) \frac{V_0}{b^2 - a^2} (b^2 - r^2)$$

$$(2) \frac{V_0}{\ln \frac{b}{a}} \ln \frac{b}{r}$$

$$(3) \frac{V_0}{b-a} (b-r)$$

$$(4) \frac{aV_0}{b-a} \left(\frac{b}{r} - 1 \right)$$

۴۰- حلقه‌ای به شعاع a حامل جریان I را در نظر بگیرید. میدان مغناطیسی در فواصل بسیار دور r از مرکز حلقه و در صفحه حلقه کدام است؟

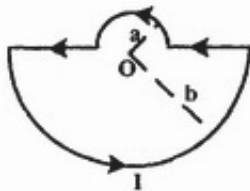
$$(1) \frac{\mu_0 \pi a^2 I}{4\pi r^2}$$

$$(2) \frac{\mu_0 \pi a^2 I}{4\pi r^2}$$

$$(3) \frac{\mu_0 2\pi a^2 I}{4\pi r^2}$$

$$(4) \frac{\mu_0 2\pi a^2 I}{4\pi r^2}$$

۴۱- سیمی مطابق شکل به صورت دو نیم دایره خم شده است. میدان مغناطیسی در نقطه O و گشتاور دو قطبی مغناطیسی سیم خم شده چقدر است؟ $I = 4/5 \text{ A}$, $b = 18 \text{ cm}$, $a = 6 \text{ cm}$



$$(1) 1.27 \text{ A.m}^2 \text{ و } 1.57 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$(2) 1.27 \text{ A.m}^2 \text{ و } 3.14 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$(3) 2.54 \text{ A.m}^2 \text{ و } 3.14 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$(4) 2.54 \text{ A.m}^2 \text{ و } 1.57 \times 10^{-5} \text{ T}$$

۴۲- پتانسیل برداری برای نقاط داخل و خارج یک سیم لوله استوانه‌ای بسیار طویل به شعاع a که محور آن بر محور Z منطبق است و در واحد طول آن n دور سیم حامل جریان I پیچیده شده، در مختصات استوانه‌ای کدام است؟

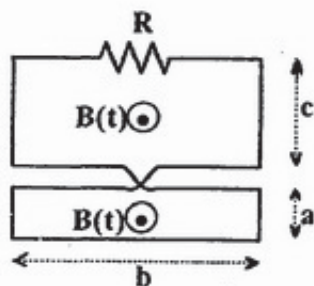
$$\vec{A} = \begin{cases} \frac{\mu_0 n I}{r} \rho \hat{\phi} & (\rho < a) \\ 0 & (\rho > a) \end{cases} \quad (1)$$

$$\vec{A} = \begin{cases} \frac{\mu_0 n I \rho}{r} \hat{\phi} & (\rho < a) \\ \frac{\mu_0 n I a^2}{r \rho^2} \hat{\phi} & (\rho > a) \end{cases} \quad (2)$$

$$\vec{A} = \begin{cases} \frac{\mu_0 n I}{r} \rho \hat{\phi} & (\rho < a) \\ 0 & (\rho > a) \end{cases} \quad (3)$$

$$\vec{A} = \begin{cases} \frac{\mu_0 n I \rho}{r} \hat{\phi} & (\rho < a) \\ \frac{\mu_0 n I a^2}{r \rho} \hat{\phi} & (\rho > a) \end{cases} \quad (4)$$

۴۳- مدار زیر عبارتست از حلقه‌ای که یک تاب در آن خورده و در یک صفحه قرار دارد. به طوری که در قسمت تاب خورده تماس اهمی وجود ندارد. مطابق شکل میدان مغناطیسی وابسته به زمان $B(t) = B_0 e^{-\alpha t}$ ($B_0 > 0, \alpha > 0$) عمود بر سطح حلقه و برونسو اعمال می‌شود. مقدار و جهت جریان القایی در لحظه t کدام است؟



(۱) $\frac{B_0 \alpha b}{R} (c+a) e^{-\alpha t}$ و در حلقه بالایی پاد ساعتگرد

(۲) $\frac{B_0 \alpha b}{R} (c-a) e^{-\alpha t}$ و در حلقه بالایی پاد ساعتگرد

(۳) $\frac{B_0 \alpha b}{R} (c+a) e^{-\alpha t}$ و در حلقه بالایی ساعتگرد

(۴) $\frac{B_0 \alpha b}{R} (c-a) e^{-\alpha t}$ و در حلقه بالایی ساعتگرد

۴۴- یک مدار متشکل از یک خودالقای 50 mH به صورت سری با یک مقاومت 10Ω و یک باتری 25 V با کلید باز را در نظر بگیرید. در $t = 0$ کلید بسته می‌شود. چند ثانیه طول می‌کشد تا شدت جریان به 90% مقدار نهایی اثر برسد؟

(۱) $\ln(10) = 2,3$

(۲) $1,15 \times 10^{-2}$

(۳) $4,6 \times 10^{-4}$

(۴) $1,15 \times 10$

(۴) $4,6 \times 10^{-1}$

۴۵- در مدار زیر به ازای چه بسامد زاویه‌ای، دامنه جریان در منبع ولتاژ دو برابر دامنه جریان کمینه در منبع ولتاژ خواهد بود؟



(۱) $\frac{\sqrt{2}}{2RC} \sqrt{1 + \frac{4CR^2}{2L}}$

(۲) $\frac{1}{2RC} \sqrt{1 + \frac{4CR^2}{L}}$

(۳) $\frac{\sqrt{2}}{2RC} \left(\sqrt{1 + \frac{4CR^2}{2L}} \pm 1 \right)$

(۴) $\frac{1}{2RC} \left(\sqrt{1 + \frac{4CR^2}{L}} \pm 1 \right)$

۴۶- بردار میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی به صورت

$$\vec{E} = \hat{i}E_0 \cos \omega(\sqrt{\epsilon\mu}z - t) + \hat{j}E_0 \sin \omega(\sqrt{\epsilon\mu}z - t)$$

است. کدام گزینه نادرست است؟

(۱) این موج دارای قطبش خطی است.

(۲) بردار «پوینتینگ» به صورت $\vec{S} = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} E_0^2 \hat{k}$ است.

(۳) بردار میدان مغناطیسی این موج $\vec{B} = -\hat{i}E_0 \sqrt{\epsilon\mu} \sin \omega(\sqrt{\epsilon\mu}z - t) + \hat{j}E_0 \sqrt{\epsilon\mu} \cos \omega(\sqrt{\epsilon\mu}z - t)$ است.

(۴) میانگین زمانی چگالی انرژی الکترومغناطیسی در فضایی که این موج منتشر می‌شود $\frac{1}{2} \epsilon E_0^2$ است.

۴۷- شدت تابش نور خورشید در سطح زمین $\frac{1}{2} \frac{kW}{m^2}$ است. فشار تابشی نور خورشید بر حسب پاسکال وقتی با زاویه 30° نسبت

به امتداد قائم بر سطح زمین می‌تابد چقدر است؟ فرض کنید سطح زمین تابش را کاملاً جذب می‌کند؟

(۱) $2,5 \times 10^{-6}$

(۲) $8,3 \times 10^{-7}$

(۳) 10^{-5}

(۴) $3,3 \times 10^{-6}$

۴۸- مؤلفه E_y میدان الکتریکی برای حفره مکعب شکلی به ضلع a برای مد TE_{101} کدام است؟

(۱) $E_0 \cos \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi z}{a} e^{-i\omega t}$

(۲) $E_0 \cos \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi z}{a} e^{-i\omega t}$

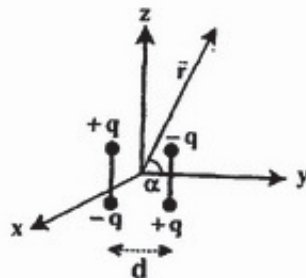
(۳) $E_0 \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi z}{a} e^{-i\omega t}$

(۴) $E_0 \sin \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi z}{a} e^{-i\omega t}$

۴۹- چنانکه می‌دانیم میدان الکتریکی در نقاط دور از دو قطبی الکتریکی که در مبدا مختصات و در جهت z قرار گرفته باشد با

رابطه $\vec{E} = -\frac{p_0 \omega^2}{4\pi\epsilon_0 c^2} \left(\frac{\sin \theta}{r} \right) \cos \omega \left(t - \frac{r}{c} \right) \hat{\theta}$ داده می‌شود، میدان الکتریکی حاصل از چهار قطبی شکل زیر کدام

است؟ (چهار قطبی در صفحه yz قرار دارد و α زاویه \vec{r} با محور y است. همچنین d نسبت به ابعاد چهار قطبی کوچک است.)



$$-\frac{\omega^2 p_0 d \cos \alpha}{4\pi\epsilon_0 c^2} \left(\frac{\sin \theta}{r} \right) \cos \omega \left(t - \frac{r}{c} \right) \hat{\theta} \quad (1)$$

$$-\frac{\omega^2 p_0 d \cos \alpha}{4\pi\epsilon_0 c^2} \left(\frac{\sin \theta}{r} \right) \sin \omega \left(t - \frac{r}{c} \right) \hat{\theta} \quad (2)$$

$$-\frac{\omega^2 p_0 d \cos \alpha}{4\pi\epsilon_0 c^2} \left(\frac{\cos \theta}{r} \right) \cos \omega \left(t - \frac{r}{c} \right) \hat{\theta} \quad (3)$$

$$-\frac{\omega^2 p_0 d \cos \alpha}{4\pi\epsilon_0 c^2} \left(\frac{\cos \theta}{r} \right) \sin \omega \left(t - \frac{r}{c} \right) \hat{\theta} \quad (4)$$

۵۰- کدام گزینه نادرست است؟

(۱) (\vec{J}, cp) یک چار بردار است.

(۲) بار الکتریکی q ناوردای لورنتسی است.

(۳) از دید ناظری که یک خازن تخت را در حال حرکت در امتدادی موازی صفحاتش مشاهده می‌کند بین صفحات خازن یک میدان الکتریکی و یک میدان مغناطیسی عمودی بر هم وجود دارد.

(۴) نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره باردار q در میدان الکترومغناطیسی ناوردای لورنتسی است.

۵۱- کدام یک از معادلات زیر تحت تبدیلات لورنتس هموردا است؟

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (۱)$$

$$\vec{\nabla} \cdot (\epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}) = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (۲)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} \quad (۳)$$

$$\nabla^2 \phi(x, y, z, t) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \phi(x, y, z, t) \quad (۴)$$

۵۲- ناظری در چارچوب S یک لیزر را چنان قرار می‌دهد که باریکه آن با محور x اش زاویه θ می‌سازد. اگر سرعت نسبی بین S و S' در راستای مشترک آنها که محور x است برابر βc باشد زاویه θ' از دیدگاه ناظری واقع در S' چقدر است؟

$$\gamma = (\sqrt{1 - \beta^2})^{-1} \text{ و فرض کنید } \cos \theta = \beta \text{ (باشد.)}$$

$$\circ \quad (۱)$$

$$\frac{\pi}{2} \quad (۲)$$

$$\frac{\pi}{4} \quad (۳)$$

$$2\pi \quad (۴)$$

۵۳- در چارچوب سکون یک الکترون، پوزیترونی با تکانه $p = 1/2 \text{ MeV}/c$ مستقیماً به سوی الکترون در حال حرکت است. سرعت چارچوب مرکز تکانه این دو ذره چقدر است؟ جرم یا انرژی سکون الکترون و پوزیترون 0.5 MeV است.

$$\frac{c}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{c}{3} \quad (۲)$$

$$\frac{2c}{3} \quad (۳)$$

$$\frac{c}{4} \quad (۴)$$

۵۴- الکترونی با جرم سکون m_0 با تندی $\frac{3}{5}c$ به سمت الکترون ساکن دیگری در حال حرکت می‌باشد. ناظری که مجموع

تکانه‌های این دو ذره را صفر اندازه‌گیری می‌کند چه مقداری را برای مجموع انرژی این دو ذره گزارش می‌کند؟

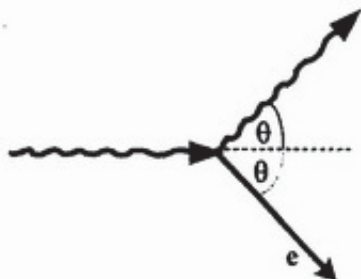
$$\frac{3\sqrt{2}}{2} m_0 c^2 \quad (۱)$$

$$\sqrt{2} m_0 c^2 \quad (۲)$$

$$2 m_0 c^2 \quad (۳)$$

$$3\sqrt{2} m_0 c^2 \quad (۴)$$

۵۵- پرتوهای گاما توسط الکترون‌های ساکن ($m_e c^2 = 0.5 \text{ MeV}$) پراکنده می‌شوند. اگر زاویه پرتو گامای پراکنده شونده و الکترون پراکنده شده با هم برابر باشد، این زاویه چقدر است؟ (انرژی پرتو گاما فرودی 1 MeV می‌باشد.)



(۱) $\cos^{-1}\left(\frac{2}{5}\right)$

(۲) $\cos^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$

(۳) $\cos^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$

(۴) $\cos^{-1}\left(\frac{3}{5}\right)$

۵۶- یک باریکه لیزر به شدت $120 \frac{W}{m^2}$ بر سطحی از فلز سدیم می‌تابد. تابع کار سدیم 2.3 eV است. با فرض اینکه الکترون در سطحی محدود باشد که شعاع آن برابر شعاع اتم سدیم (1 \AA) است، تقریباً چند ثانیه طول می‌کشد تا سطح برای آزاد کردن یک الکترون، انرژی کافی جذب کند؟

(۱) 10^{-7}

(۲) 10^{-5}

(۳) 10^{-3}

(۴) 10^{-1}

۵۷- نمودار جریان فوتوالکتریک بر حسب ولتاژ صفحه آنود برای یک بسامد فوتونی معین کدام است؟ محور افقی ولتاژ صفحه آنود و محور قائم جریان فوتوالکتریک می‌باشد.



۵۸- نور تکفامی با طول موج 6000 \AA از درون دیافراگم سریعی که به مدت 10^{-6} ثانیه باز می‌شود، می‌گذرد. مرتبه بزرگی کمینه پخش شدگی در طول موج‌های نوری که دیگر تکفام نیست $\Delta\lambda$ برابر است با:

(۱) 10^{-3} \AA

(۲) 10^{-1} \AA

(۳) 10 \AA

(۴) 1000 \AA

۵۹- مرتبه بزرگی طول موج «دوبروی» الکترونی که تحت اختلاف پتانسیل $V = 10^6$ شتاب می‌گیرد چند آنگستروم است؟

$$(m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}, ch = 2 \times 10^{-25} \text{ Jm})$$

(۱) ۱۰

(۲) ۱

(۳) ۰/۱

(۴) ۰/۰۱

۶۰- در چه انرژی جنبشی درصد خطای نسبی در محاسبه نانسیتی طول موج «دوبروی» یک پروتون ۵ درصد خطا خواهد بود؟

$$(m_p c^2 = 938 \text{ MeV})$$

(۱) ۹۶ MeV

(۲) ۱۹۲ MeV

(۳) ۲۸۸ MeV

(۴) ۳۸۴ MeV

۶۱- انرژی تراز پنجم برای یک اتم شبه هیدروژنی که ده پروتون در هسته‌اش دارد چقدر است؟ ($|E_1| = 13/6 \text{ eV}$)

(۱) $-13/6 \text{ eV}$

(۲) $-27/2 \text{ eV}$

(۳) $-40/8 \text{ eV}$

(۴) $-54/4 \text{ eV}$

۶۲- طول موج‌های سری «لیمان» اتم هیدروژن مربوط به گذار الکترون به تراز زمینه است. اختلاف بلندترین و کوتاه‌ترین طول

موج در سری «لیمان» بر حسب نانومتر به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

(۱) ۳۰

(۲) ۴۰

(۳) ۳۰۰

(۴) ۴۰۰

۶۳- جواب معادله «شرودینگر» وابسته به زمان حرکت یک بعدی یک ذره آزاد با جرم m در چارچوب مرجع ناظر O به صورت

موج تخت $\Psi(x, t) = e^{i(kx - \omega t)}$ بوده و دارای طول موج $\lambda = \frac{2\pi}{k}$ است. هر گاه ناظر O' در چارچوب (x', t') که با

تبدیل «گالیله» به صورت $x' = x - v_0 t$ و $t' = t$ با چارچوب (x, t) مربوط به ناظر O ارتباط دارد به ذره آزاد مزبور نگاه

کند موج تخت $\Psi'(x', t')$ را با طول موج λ' می‌بیند. ارتباط λ' و λ چیست؟

(۱) λ و λ' با هم مساوی هستند.

(۲) رابطه $\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} = \frac{mv_0}{h}$ برقرار است.

(۳) رابطه $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mv_0}$ برقرار است.

(۴) رابطه $\lambda' + \lambda = \frac{h}{mv_0}$ برقرار است.

۶۴- در واپاشی بتا، الکترون‌ها از هسته اتم خارج می‌شوند. فرض کنید الکترون‌ها به گونه‌ای در هسته محبوس‌اند و گاهی یکی از آنها از داخل هسته می‌گریزد. قطر هسته را 10^{-14} m بگیرید. (با استفاده از اصل عدم قطعیت) گستره انرژی جنبشی این الکترون‌ها کدام است؟

(۱) $K < 0.1 \text{ MeV}$

(۲) $K > 1 \text{ MeV}$

(۳) $K < 1 \text{ MeV}$

(۴) $K > 10 \text{ MeV}$

۶۵- گلوله‌ای به جرم 1 g با تندی $10 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ بین دو دیواره به فاصله 10 cm روی یک خط حرکت می‌کند و در برخورد به هر دیواره به صورت کشسان برمی‌گردد. اگر به این گلوله به عنوان ذره در جعبه نامتناهی نگاه کنیم شماره II تراز انرژی متناظر با این حرکت کدام است؟

(۱) 6×10^{36}

(۲) 6×10^{32}

(۳) 3×10^{28}

(۴) 3×10^{24}

۶۶- در پراکندگی «راذرفورد» نسبت کسری از ذرات پراکنده شده در زاویه بزرگتر از 60° به کسری از ذرات پراکنده شده در زاویه بزرگتر از 90° از یک هدف چقدر است؟

(۱) ۹

(۲) ۳

(۳) $\frac{9}{4}$

(۴) $\frac{3}{2}$

۶۷- در پراکندگی «راذرفورد» ذرات α از ورقه طلا، انرژی جنبشی ذرات α 8 MeV است. عدد اتمی طلا ۷۹ است. نزدیک‌ترین فاصله‌ای که یک ذره α ممکن است از مرکز یک هسته طلا پیدا کند بر حسب فرمی (fm) تقریباً چقدر است؟

(۱) ۷

(۲) ۱۴

(۳) ۲۸

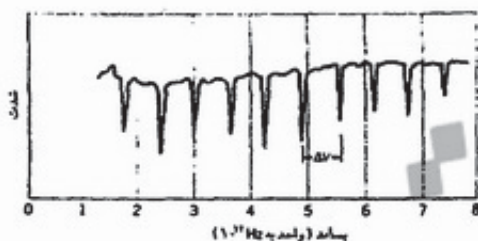
(۴) ۵۶

۶۸- در آزمایش « اشترن - گولاخ » میدان مغناطیسی بر حسب فاصله در جهت z به صورت $\frac{dB_z}{dz} = 1/5 T/mm$ تغییر می کند.

فرض کنید انرژی جنبشی اتم‌های نقره که وارد دستگاه می‌شوند $0.3 eV$ و فاصله‌ای که در آهنربا می‌پیمایند $5 cm$ و گشتاور مغناطیسی آن‌ها μ_B (« بوهر » ماگنتون) است. فاصله دو باریکه هنگام خروج از آهنربا بر حسب میلی‌متر چقدر است؟ (از روابط سینماتیکی کلاسیک حرکت با شتاب ثابت استفاده کنید.)

- (۱) ۰/۷
- (۲) ۱/۴
- (۳) ۲/۱
- (۴) ۲/۸

۶۹- بخشی از طیف جذبی چرخشی یک ملکول در شکل نشان داده شده است. لختی دورانی این ملکول بر حسب $kg.m^2$ چقدر است؟



- (۱) $2/7 \times 10^{-49}$
- (۲) $2/7 \times 10^{-47}$
- (۳) $2/7 \times 10^{-45}$
- (۴) $2/7 \times 10^{-43}$

۷۰- کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) اگر الکترونگاتیوی دو اتم در یک ملکول یکسان باشد پیوند کووالانسی تشکیل می‌شود.
- (۲) اگر الکترونگاتیوی دو اتم خیلی با هم متفاوت باشد پیوند یونی تشکیل می‌شود.
- (۳) فقط گسیل خود به خود یک اتم عامل اصلی عملکرد لیزر است.
- (۴) عیب لیزر سه ترازه در این است که اضافه جمعیت در حالت پایه باعث از بین رفتن فوتون‌هایی می‌شود که باید در عمل لیزر نقش داشته باشند.

۷۱- ذره آزادی به جرم 1g و سرعت $1\frac{\text{m}}{\text{s}}$ را در نظر بگیرید. تابع موج بهنجاریده این ذره در لحظه ابتدائی $t = 0$ به صورت

$$\psi(x, 0) = \left(\frac{1}{2\pi\Delta^2}\right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{x^2}{4\Delta^2} + ikx}$$

که $\Delta = 1\text{cm}$ و k عدد موج «دوبروی» این ذره است. می‌دانیم که بسته موج ذره با گذشت زمان پهن تر می‌شود. عدم قطعیت در مکان ذره پس از طی مسافت 100m بر حسب سانتی‌متر تقریباً چقدر است؟

(۱) ۱/۰۱

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۲/۰۱

۷۲- مقدار چشمداشتی عملگر $\frac{1}{4}(x^2 p + 2xpx + px^2)$ در حالت زمینه ذره‌ای به جرم m در چاه پتانسیل

$$V(x) = \begin{cases} 0 & 0 < x < L \\ \infty & x \leq 0, x \geq L \end{cases}$$

(۱) ۰

(۲) $\frac{L^2}{2}$

(۳) $\frac{L^2}{4}$

(۴) $\frac{2L^2}{4}$

۷۳- بیشینه چگالی احتمال یافت شدن ذره‌ای که با تابع موج $\psi(x) = x e^{-\frac{m\omega}{2\hbar}x^2}$ توصیف می‌شود و $-\infty < x < +\infty$ است در فضای یک بعدی چقدر است؟

(۱) $\frac{1}{e} \sqrt{\frac{2m\omega}{\pi\hbar}}$

(۲) $\frac{1}{e} \sqrt{\frac{4m\omega}{\pi\hbar}}$

(۳) $\frac{1}{e^2} \sqrt{\frac{2m\omega}{\pi\hbar}}$

(۴) $\frac{1}{e^2} \sqrt{\frac{4m\omega}{\pi\hbar}}$

۷۴- ذره‌ای به جرم m تحت تأثیر انرژی پتانسیل یک بعدی $V(x) = -aV_0\delta(x-a)$ ($V_0 > 0, a > 0$) قرار دارد. کدام گزینه انرژی مجاز یک حالت مقید ذره است؟

$$-\frac{a^2 V_0^2 m}{\hbar^2} \quad (1)$$

$$-\frac{a^2 V_0^2 m}{2\hbar^2} \quad (2)$$

$$-\frac{a^2 V_0^2 m}{4\hbar^2} \quad (3)$$

$$-\frac{a^2 V_0^2 m}{8\hbar^2} \quad (4)$$

۷۵- کدام گزینه نادرست است؟

$$\Delta L_x \Delta y \geq \frac{\hbar}{2} | \langle z \rangle | \quad (1)$$

$$\langle \psi | \psi \rangle \langle \phi | \phi \rangle \geq | \langle \psi | \phi \rangle |^2 \quad (2)$$

(3) اگر $[A, B] = 0$ هر ویژه تابع A حتماً ویژه تابع B نیز هست.

(4) برای $H = \frac{p^2(t)}{2m} + mgx(t)$ داریم $x(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + \frac{p(0)t}{m} + x(0)$ که $x(t)$ و عملگرهای مکان و تکانه در تصویر «هایزنبرگ» هستند.

۷۶- H هامیلتونی یک دستگاه و P عملگر پارته است. اگر $[H, P] = 0$ و $H|\psi\rangle = E|\psi\rangle$ و طیف H ناتبهن باشد کدام یک از حالت‌های زیر ویژه حالت مشترک هامیلتونی و عملگر پارته است؟

$$P|\psi\rangle \quad (1)$$

$$(1-P)|\psi\rangle \quad (2)$$

$$(2+P)|\psi\rangle \quad (3)$$

$$(1-2P)P|\psi\rangle \quad (4)$$

۷۷- اگر $[H, A] = 0, [H, B] = 0$ و $[A, B] = C$ باشد و $|n\rangle$ ویژه کت H باشد:

(1) C به وسیله ویژه کت‌های $|n\rangle$ قطری می‌شود.

(2) A, B به وسیله ویژه کت‌های $|n\rangle$ قطری می‌شوند اگر و فقط اگر $C = 0$ باشند.

(3) A, B به وسیله ویژه کت‌های $|n\rangle$ قطری می‌شوند اگر $C = 0$ و A, B تبهنی نداشته باشند.

(4) C به وسیله ویژه کت‌های $|n\rangle$ قطری می‌شود اگر این ویژه کت‌ها ناتبهن باشند.

۷۸- کدام گزینه در مورد دستگاه‌های اتمی که تحت تبدیل پاریته ناوردا هستند درست است؟

- (۱) حالت‌های غیر تبهگن انرژی نمی‌توانند گشتاور دو قطبی الکتریکی دائمی داشته باشند.
- (۲) حالت‌های تبهگن انرژی نمی‌توانند گشتاور دو قطبی الکتریکی دائمی داشته باشند.
- (۳) حالت‌های غیر تبهگن انرژی می‌توانند گشتاور دو قطبی الکتریکی دائمی داشته باشند.
- (۴) حالت‌های تبهگن انرژی می‌توانند گشتاور دو قطبی الکتریکی دائمی داشته باشند.

۷۹- ذره‌ای به جرم m با انرژی $E = \frac{9\hbar^2}{4mL^2}$ در پتانسیل سه بعدی زیر را در نظر بگیرید:

$$V(x, y, z) = \begin{cases} 0 & -L < x \text{ و } y \text{ و } z < L \\ \infty & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

پاریته حالت متناظر با انرژی داده شده کدام است؟

- (۱) زوج
- (۲) فرد
- (۳) آمیخته زوج و فرد
- (۴) انرژی داده شده، ویژه مقدار انرژی معادله شرودینگر ذره m در پتانسیل $V(x, y, z)$ نیست.

۸۰- عملگر $D(\epsilon) = 1 - \frac{i\epsilon}{\hbar} \vec{L} \cdot \hat{n}$ را در نظر بگیرید که در آن \vec{L} بردار (عملگر) تکانه زاویه‌ای، \hat{n} بردار یکه ثابت و ϵ پارامتر

بینهایت کوچک زاویه است. اگر \vec{r} بردار (عملگر) مکان باشد، حاصل $D^\dagger(\epsilon)\vec{r}D(\epsilon)$ کدام است؟

$$\vec{r} + \epsilon(\hat{n} \cdot \vec{r})\hat{n} \quad (۱)$$

$$\vec{r} + \frac{\epsilon}{\gamma}(\hat{n} \cdot \vec{r})\hat{n} \quad (۲)$$

$$\vec{r} + \epsilon\hat{n} \times \vec{r} \quad (۳)$$

$$\vec{r} + \frac{\epsilon}{\gamma}\hat{n} \times \vec{r} \quad (۴)$$

۸۱- عملگرهای اندازه حرکت زاویه‌ای زیر را در نظر بگیرید:

$$L_x = \frac{\hbar}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, L_z = \hbar \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

هنگام اندازه‌گیری مشاهده‌پذیر L_x وقتی دستگاه در حالت $|1\rangle = \frac{e^{i\delta_1}}{\sqrt{2}}|1\rangle + \frac{e^{i\delta_2}}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{e^{i\delta_3}}{\sqrt{2}}|-1\rangle$ است در چه

صورت احتمال یافت شدن دستگاه در ویژه کت متناظر با \hbar مربوط به L_x صفر است؟ $|1\rangle$ ، $|0\rangle$ و $|-1\rangle$ ویژه کت‌های L_z با ویژه مقادیر \hbar ، 0 و $-\hbar$ هستند.

$$\delta_1 = \frac{\pi}{4} + \delta_2 \quad (۱)$$

$$\delta_1 = \frac{\pi}{2} + \delta_2 \quad (۲)$$

$$\delta_1 = 2\pi + \delta_2 \quad (۳)$$

$$\delta_1 = \pi + \delta_2 \quad (۴)$$

۸۲- بنا به تعریف عملگر O هرمیتی است اگر برای هر دو حالت اختیاری $|\psi\rangle$ و $|\phi\rangle$ رابطه $\langle \phi | O | \psi \rangle = \langle \psi | O | \phi \rangle^*$ برقرار باشد. اگر r مختصه شعاعی کروی و p_r عملگر تکانه متناظر با آن باشد به طوری که $[p_r, r] = \frac{\hbar}{i}$. آنگاه برای این که p_r هرمیتی باشد باید:

$$[\psi \phi^*]_0^\infty = 0 \text{ و } p_r = \frac{\hbar}{i} \frac{d}{dr} \quad (۱)$$

$$[r^\gamma \psi \phi^*]_0^\infty = 0 \text{ و } p_r = \frac{\hbar}{i} \frac{d}{dr} \quad (۲)$$

$$[r^\gamma \psi \phi^*]_0^\infty = 0 \text{ و } p_r = \frac{\hbar}{i} \left(\frac{d}{dr} + \frac{1}{r} \right) \quad (۳)$$

$$[r^\gamma \psi \phi^*]_0^\infty = 0 \text{ و } p_r = \frac{\hbar}{i} \left(\frac{d}{dr} + \frac{\gamma}{r} \right) \quad (۴)$$

۸۳- حالت کوانتومی ستونی از نوترون‌ها با قطبیدگی اسپینی $\vec{p} = p\hat{n}$ (که $0 < p < 1$ و \hat{n} بردار یکه است). ویژه حالت‌های عملگر $\rho = \frac{1}{\gamma} (1 + \vec{\sigma} \cdot \vec{p})$ هستند و $\vec{\sigma} = (\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$ ماتریس‌های «پاولی» هستند. اگر بنویسیم

$$\rho = \frac{a_+}{\gamma} ((\vec{\sigma} \cdot \hat{n})^\gamma + \vec{\sigma} \cdot \hat{n}) + \frac{a_-}{\gamma} ((\vec{\sigma} \cdot \hat{n})^\gamma - \vec{\sigma} \cdot \hat{n})$$

کدام گزینه صحیح است؟

$$a_- = \frac{1-p}{\gamma} \text{ و } a_+ = \frac{1+p}{\gamma} \quad (۱)$$

$$a_- = 1 - \frac{p}{\gamma} \text{ و } a_+ = 1 + \frac{p}{\gamma} \quad (۲)$$

$$a_- = \frac{1}{\gamma} - p \text{ و } a_+ = \frac{1}{\gamma} + p \quad (۳)$$

$$a_- = \frac{1}{\gamma} - \frac{p}{\gamma} \text{ و } a_+ = \frac{1}{\gamma} + \frac{p}{\gamma} \quad (۴)$$

۸۴- هامیلتونی اتم هیدروژن با در نظر گرفتن اثر نسبیتی حرکت الکترون و اثر بر هم کنش اسپین مدار به صورت

$$H = \frac{p^2}{2m} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{(p^2)^2}{8m^2 c^2} + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\vec{L} \cdot \vec{S}}{2m^2 c^2 r^3} \right)$$

کدام عبارت بیانگر ترازهای انرژی اتم هیدروژن تا مرتبه

$$\alpha^2 \text{ است. ضرایب } c_1, c_2, c_3 \text{ بدون بعد هستند. (} \alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar c} \text{ و } m \text{ جرم الکترون)}$$

$$-mc^2 \alpha^2 (c_1 + c_2 \alpha) \quad (۱)$$

$$-mc^2 \alpha^2 (c_1 + c_2 \alpha^2) \quad (۲)$$

$$-mc^2 \alpha^2 (c_2 \alpha + c_3 \alpha^2) \quad (۳)$$

$$-mc^2 \alpha^2 (c_1 + c_2 \alpha + c_3 \alpha^2) \quad (۴)$$

۸۵- در حرکت تقدیمی اسپین در میدان مغناطیسی ثابت و همگن $\vec{B} = B_0 \hat{k}$: نسبت بار الکتریکی به جرم ذره اسپین دار است.

(۱) بردار اسپین حول محور Z با بسامد $\omega = \frac{eB}{m}$ حرکت تقدیمی می کند.

(۲) مؤلفه اسپین در راستای میدان، S_z ، کمیتی پایسته نیست.

(۳) مؤلفه سوم تکانه زاویه ای کل با بسامد $\omega = \frac{eB}{m}$ حول محور Z حرکت تقدیمی می کند.

(۴) مؤلفه های اسپین در راستای عمود بر میدان مغناطیسی (S_y, S_x) کمیت های پایسته هستند.

۸۶- هامیلتونی یک نوسانگر هماهنگ مختل شده به صورت زیر را در نظر بگیرید:

$$H = H_0 + H'$$

که $H_0 = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$ و $H' = \beta e^{\lambda(\hat{a} + a\hat{a})}$ و $a = \sqrt{\frac{m\omega}{2\hbar}}(x + i\frac{p}{m\omega})$ است. در اختلال مرتبه دوم حداقل

تغییر در انرژی حالت پایه چقدر است؟ ($0 < \lambda < 1$)

$$\frac{-\beta^2}{\hbar\omega(1+\lambda)} \quad (1)$$

$$\frac{-\beta^2}{\hbar\omega(1-\lambda)} \quad (2)$$

$$\frac{\beta^2}{\hbar\omega(1+\lambda)} \quad (3)$$

$$\frac{\beta^2}{\hbar\omega(1-\lambda)} \quad (4)$$

۸۷- یک نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی با بسامد زاویه ای ω ، در $t < 0$ در حالت زمینه انرژی خود قرار دارد. در $t \geq 0$ این

نوسانگر در معرض نیروی $F(t) = F_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ در راستای x قرار می گیرد، که F_0 و τ ثابت اند. در مرتبه اول اختلال و پس از گذشت زمان بسیار طولانی، احتمال اینکه نوسانگر در اولین حالت برانگیخته اش یافت شود، چقدر است؟

$$\left(\frac{F_0^2}{2m\omega\hbar}\right) \frac{\tau^2}{1+\tau^2\omega^2} \quad (1)$$

$$\left(\frac{\lambda F_0^2}{m\omega\hbar}\right) \frac{\tau^2}{1+\tau^2\omega^2} \quad (2)$$

$$\left(\frac{\tau F_0^2}{m\omega\hbar}\right) \frac{\tau^2}{1+\tau^2\omega^2} \quad (3)$$

$$\left(\frac{\tau F_0^2}{m\omega\hbar}\right) \frac{\tau^2}{1+\tau^2\omega^2} \quad (4)$$

۸۸- عدد اتمی عناصر Al و Sc به ترتیب ۱۳ و ۲۱ است. نماد اسپکتروسکوپی حالت زمینه این عناصر کدام است؟

$$Sc(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2) \text{ و } Al(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1)$$

$$(1) \quad ({}^1D_{3/2})_{Sc} \text{ و } ({}^1P_{1/2})_{Al}$$

$$(2) \quad ({}^1D_{3/2})_{Sc} \text{ و } ({}^1P_{3/2})_{Al}$$

$$(3) \quad ({}^3D_{3/2})_{Sc} \text{ و } ({}^3P_{2/2})_{Al}$$

$$(4) \quad ({}^3D_{3/2})_{Sc} \text{ و } ({}^3P_{1/2})_{Al}$$

۸۹- ذره‌ای به جرم m در پتانسیل یک بعدی $V(z) = \begin{cases} mgz & z > 0 \\ \infty & z \leq 0 \end{cases}$ را در نظر بگیرید. با تابع موج آزمون

$\psi(z) = Aze^{-\alpha z}$ نزدیک‌ترین مقدار انرژی به انرژی حالت زمینه ذره کدام است؟

$$(1) \quad \left(\frac{\hbar}{2}\right)^{1/2} (mg^2 \hbar^2)^{1/2}$$

$$(2) \quad \left(\frac{\hbar}{2}\right) (mg^2 \hbar^2)^{1/2}$$

$$(3) \quad \left(\frac{\hbar}{2}\right)^{3/2} (mg^2 \hbar^2)^{1/2}$$

$$(4) \quad \left(\frac{\hbar}{2}\right)^{5/2} (mg^2 \hbar^2)^{1/2}$$

۹۰- چهار ذره مشابه اسپین‌دار هر یک با اسپین $s = \frac{1}{2}$ در چهار رأس یک هرم متساوی الاضلاع (همه به فواصل یکسان از

یکدیگر) قرار دارند. بر هم کنش اسپینی این ذرات با هامیلتونی $H = -2J_0 \sum_{i,j} \vec{s}_i \cdot \vec{s}_j$ که در آن $J_0 > 0$ است بیان می‌شود

انرژی حالت پایه و حالت مغناطیسی مجموعه این چهار ذره در آن کدام است؟

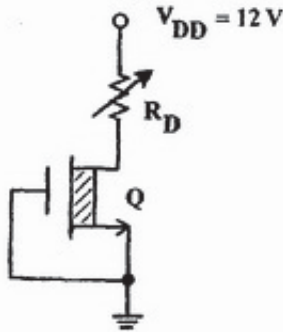
$$(1) \quad J_0 \text{ و پارامغناطیس}$$

$$(2) \quad 2J_0 \text{ و پاد فرومغناطیس}$$

$$(3) \quad -2J_0 \text{ و فرومغناطیس}$$

$$(4) \quad 2J_0 \text{ و دیامغناطیس}$$

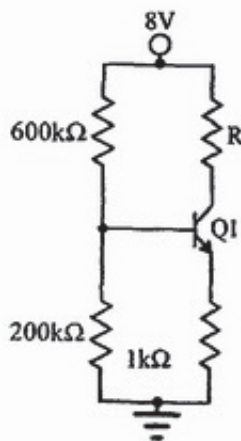
۹۱- در مدار شکل زیر، ترانزیستور Q از نوع کانال-n و تخلیه می‌باشد (Depletion NMOS). $V_t = -2V$ حداکثر مقدار مقاومت (R_D) چقدر باشد تا جریان ثابت درین در حد $I_D = 120 \mu A$ باقی بماند؟ ($\lambda = \phi$)



- (۱) $R_D \leq 12.34 k\Omega$
- (۲) $R_D < 66.7 k\Omega$
- (۳) $R_D < 122.4 k\Omega$
- (۴) $R_D \leq 667 k\Omega$

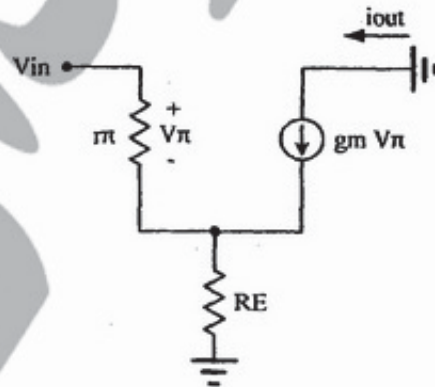
۹۲- در شرایط روشن روشن فعال ماکزیمم مقدار R برابر است با:

$$\beta = 50, V_{CESAT} = 0.2V, V_{BE} = 0.7V$$



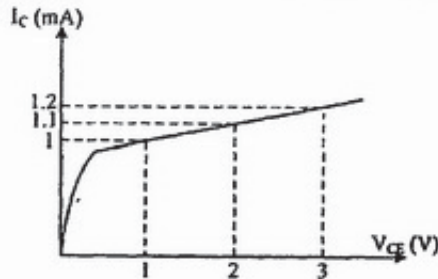
- (۱) $12 k\Omega$
- (۲) $23 k\Omega$
- (۳) $40 k\Omega$
- (۴) $120 k\Omega$

۹۳- مقدار G_m تقریباً برابر است با:



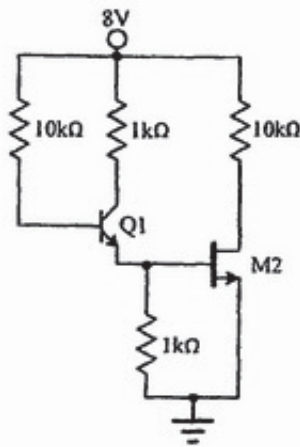
- (۱) $\frac{g_m}{R_E}$
- (۲) $\frac{g_m}{1 + g_m R_E}$
- (۳) $\frac{g_m}{1 + g_m r_{\pi} R_E}$
- (۴) $\frac{g_m r_{\pi}}{1 + g_m R_E}$

۹۴- با استفاده از مشخصه خروجی ترانزیستور دو قطبی مقاومت خروجی r_o آن چند کیلو اهم است؟



- ۱۰ (۱)
- ۲۰ (۲)
- ۴۰ (۳)
- ۵۰ (۴)

۹۵- مقدار V_{DS} در ترانزیستور M_2 برابر است با:



$$V_{CESAT} = 0.2V$$

$$W = 10\mu m$$

$$L = 1\mu m$$

$$B = 100$$

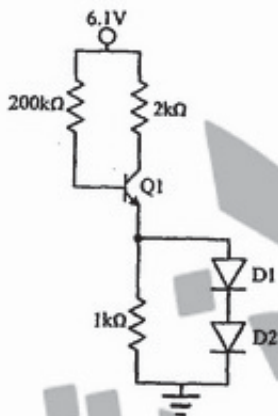
$$\mu_n C_{ox} = 1 \mu A/V^2$$

$$V_T = 0.9V$$

$$V_{BE} = 0.7V$$

- ۲.۸۵ V (۱)
- ۴.۲۵ V (۲)
- ۶.۴۵ V (۳)
- ۷.۵۵ V (۴)

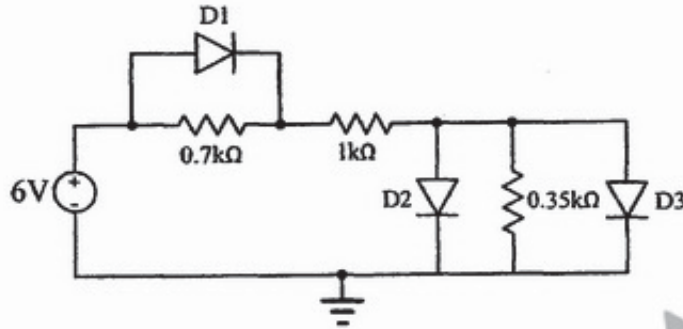
۹۶- جریان دیود I_{D1} چند میلی آمپر است؟ $\beta = 100$, $V_{BE} = 0.7V$, $V_D = 0.7V$



- ۰.۶ (۱)
- ۰.۸ (۲)
- ۱.۲ (۳)
- ۲ (۴)

۹۷- جریان دیود D_3 چند میلی آمپر است؟

$$V_D = 0.7V$$



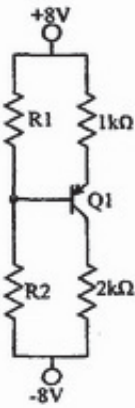
۱/۳ (۱)

۱/۵ (۲)

۲ (۳)

۴ (۴)

۹۸- کدام گزینه مقاومتی، جهت تغذیه بهینه مدار در تقویت ولتاژ صحیح است؟



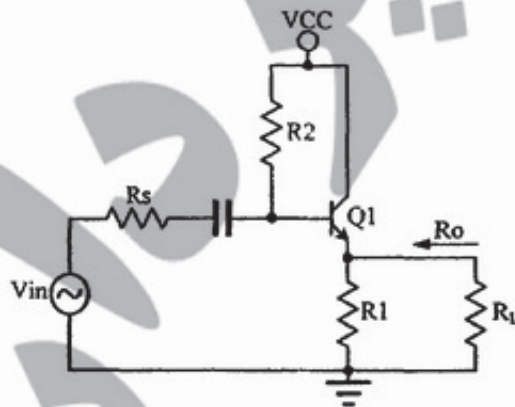
$R_1 = R_2$ (۱)

$R_1 > R_2$ (۲)

$R_2 > R_1$ (۳)

$R_1 > 2R_2$ (۴)

۹۹- مقدار R_o برابر است با: $r_o = \infty$



$R_1 \parallel r_{\pi}$ (۱)

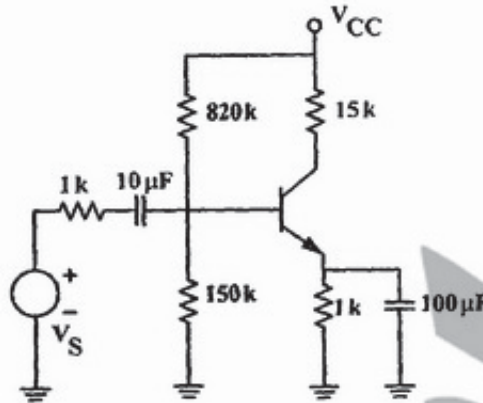
$R_1 \parallel \left(\frac{r_{\pi} + (R_2 \parallel R_s)}{B+1} \right)$ (۲)

$R_2 \parallel R_1$ (۳)

$R_1 \parallel (r_{\pi} + R_2 \parallel R_s)$ (۴)

۱۰۰- در شکل زیر با فرض $I_C = 1/2 \text{ mA}$ فرکانس قطع بالا کدام است؟ $f_{-3dB} = ?$

فرضیات: $(V_T = 25 \text{ mV}, V_{BE} = 0.6 \text{ V}, \beta = 100, r_o \rightarrow \infty, C_{\pi} = 68 \text{ pF}, C_{\mu} = 10 \text{ pF})$



(1) $f_{-3dB} \approx 1/0.6 \text{ MHz}$

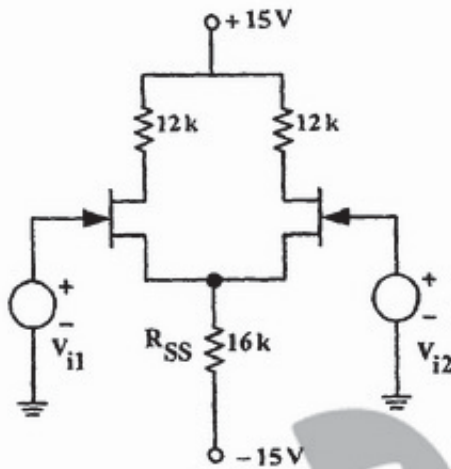
(2) $f_{-3dB} \approx 1/3 \text{ MHz}$

(3) $f_{-3dB} \approx 22/5 \text{ KHZ}$

(4) $f_{-3dB} \approx 225 \text{ MHz}$

۱۰۱- در مدار تفاضلی JFET به شکل روبرو، CMRR کدام است؟

$V_p = -2 \text{ V}, I_{DSS} = 2 \text{ mA}$



(1) $\text{CMRR} = 20 \text{ dB}$

(2) $\text{CMRR} = 24/6 \text{ dB}$

(3) $\text{CMRR} = 20/4 \text{ dB}$

(4) $\text{CMRR} = 23 \text{ dB}$

۱۰۲- مقدار ماکزیمم R_b که ترانزیستور را در مرز اشباع قرار می دهد برابر است با:

$V_{BE} = 0.7 \text{ V}, V_{CESAT} = 0.2 \text{ V}, \beta = 100$

(1) $R_b = 400 \text{ k}$

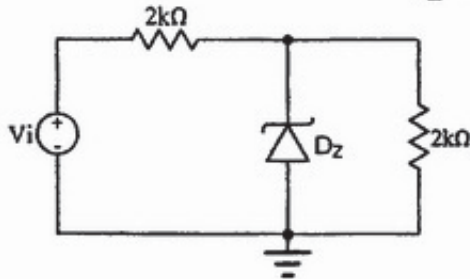
(2) $R_b = 220 \text{ k}$

(3) $R_b = 106 \text{ k}$

(4) $R_b = 60 \text{ k}$



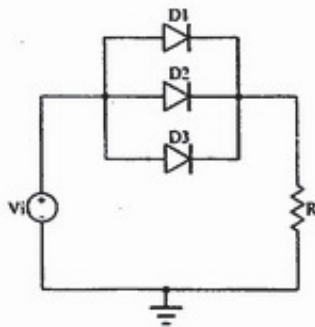
۱-۳ مقدار مینیمم ولتاژ ورودی برای تثبیت ولتاژ خروجی برابر است با: $V_Z = 4V$



- (۱) ۲ V
- (۲) ۴ V
- (۳) ۶ V
- (۴) ۸ V

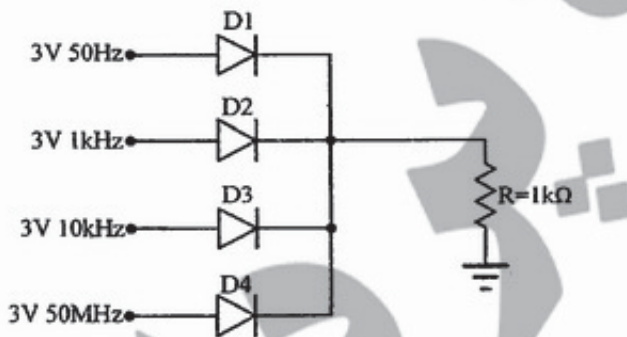
۱-۴ ولتاژ شکست معکوس شبکه ۳ دیودی مقابل برابر است با:

(ولتاژ شکست معکوس هر دیود برابر با ۶۰ ولت می باشد.)



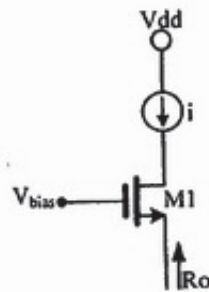
- (۱) ۲۰ V
- (۲) ۶۰ V
- (۳) ۱۸۰ V
- (۴) ۲۲۰ V

۱-۵ شدت نور کدام دیودنوری از همه بیشتر است؟ $t_{TR} = 50 \text{ ns}$

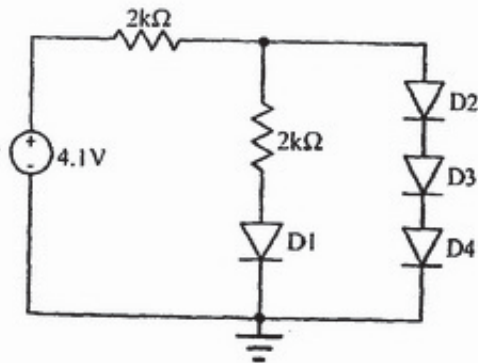


- (۱) D_1
- (۲) D_2
- (۳) D_3
- (۴) D_4

۱-۶ مقاومت خروجی دیده شده برابر است با:



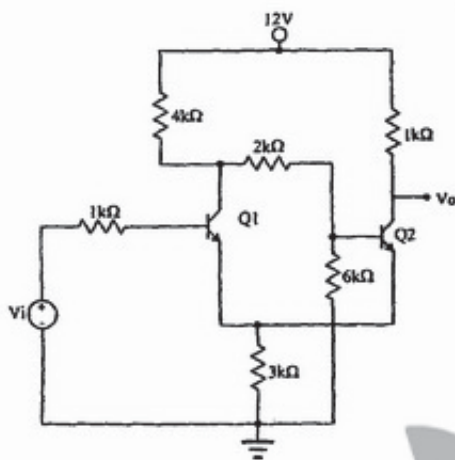
- (۱) $1/g_m$
- (۲) $1/g_m r_o$
- (۳) $1/(1/r_o + g_m)$
- (۴) ∞



۱۰۷- مقدار جریان D_1 برابر است با $V_D = 0.7V$

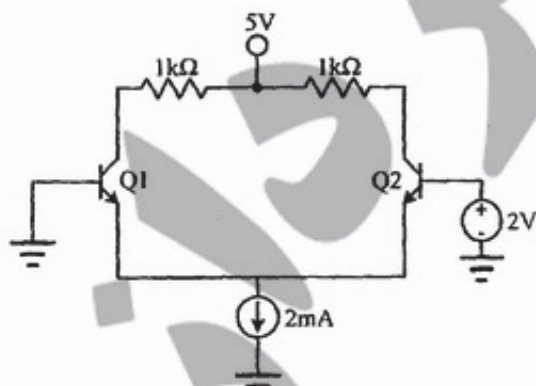
- (۱) 0.25 mA
- (۲) 0.7 mA
- (۳) 1 mA
- (۴) 1.4 mA

۱۰۸- در صورتی که $V_i = 6V$ و $\beta = 100$ باشد مقدار خروجی چند ولت است؟



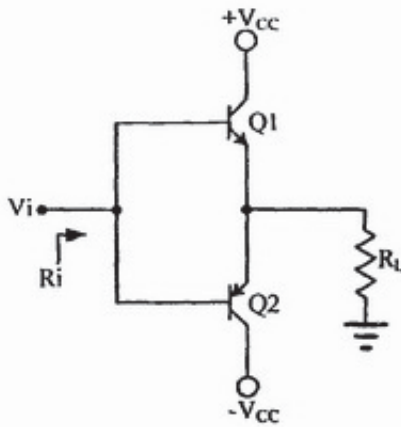
$V_{BE} = 0.7V$

- (۱) 0.2 V
- (۲) 10.7 V
- (۳) 12 V
- (۴) 5.4 V



۱۰۹- ولتاژ V_{CE} برابر است با:

- (۱) 3.7 V
- (۲) 2 V
- (۳) 1.3 V
- (۴) 5 V



۱۱۰- مقاومت ورودی R_i برابر است با:

۱) $h_{ie} + (1 + \beta h_{fe})R_L$

۲) $h_{ie} + \beta(1 + h_{fe})R_L$

۳) $\beta h_{ie} + (1 + h_{fe})R_L$

۴) $h_{ie} + (1 + h_{fe})R_L$

367

B

نام
نام خانوادگی
محل امضاء

صبح پنجشنبه
۸۹/۱۱/۲۸
دفترچه ۲ از دو دفترچه



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

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

آزمون ورودی دوره های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۳۹۰

مجموعه فوتونیک - کد ۱۲۰۵

مدت پاسخگویی: ۳۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۲۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	اپتیک	۲۰	۱۱۱	۱۳۰

یهمن ماه سال ۱۳۸۹

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.

۱۱۱- باریکه‌ای از نور طبیعی به فصل مشترک هوا - شیشه به گونه‌ای برخورد می‌کند که ضریب بازتاب $R_{\perp} = 0/25$ و $R_{\parallel} = 0$ است. درجه قطبش نور عبوری در این حالت چقدر است؟ فرض کنید جذب نداریم.

- (۱) $\frac{1}{7}$
 (۲) $\frac{1}{4}$
 (۳) $\frac{3}{7}$
 (۴) $\frac{3}{4}$

۱۱۲- قطر هر یک از عدسی‌های یک دوربین نجومی دو چشمی را برابر $36/6$ میلی‌متر در نظر بگیرید. برای این که دو ستاره دور دست به وسیله هر یک از این عدسی‌ها به طور نظری تفکیک‌پذیر باشند، فاصله زاویه‌ای میان آنها چقدر باید باشد؟ (طول موج متوسط رسیده را 570 nm در نظر بگیرید).

- (۱) $0/95 \times 10^{-4} \text{ rad}$
 (۲) $1/9 \times 10^{-4} \text{ rad}$
 (۳) $2/85 \times 10^{-4} \text{ rad}$
 (۴) $3/8 \times 10^{-4} \text{ rad}$

۱۱۳- یک چشمه نور در فاصله 20 سانتی‌متری از یک روزنه دایره‌ای به قطر $1/12$ میلی‌متر قرار دارد. طول موج نور چشمه 600 نانومتر است. اگر نقطه دریافت در فاصله 40 سانتی‌متری در سوی دیگر روزنه باشد، تابندگی در این نقطه نسبت به حالتی که هیچ روزنه‌ای وجود نداشته باشد، چقدر است؟

- (۱) 0
 (۲) 1
 (۳) 4
 (۴) 9

۱۱۴- کدام یک از روابط زیر معرف یک موج تخت قطبیده خطی است که در راستای یک خط در صفحه xy تحت زاویه 45 درجه نسبت به محور x انتشار می‌یابد و صفحه xy صفحه نوسان \vec{E} است؟

(۱) $\vec{E} = \frac{1}{\sqrt{2}} (E_0 \hat{i} + E_0 \hat{j}) \cos \left[\frac{\pi}{\sqrt{2} \lambda} (x + y) - \omega t \right]$
 (۲) $\vec{E} = \frac{1}{\sqrt{2}} (-E_0 \hat{i} + E_0 \hat{j}) \cos \left[\frac{\pi}{\sqrt{2} \lambda} (x + y) - \omega t \right]$
 (۳) $\vec{E} = \frac{1}{\sqrt{2}} (E_0 \hat{i} + E_0 \hat{j}) \cos \left[\frac{\sqrt{2} \pi}{\lambda} (x - y) - \omega t \right]$
 (۴) $\vec{E} = \frac{1}{\sqrt{2}} (-E_0 \hat{i} + E_0 \hat{j}) \cos \left[\frac{\sqrt{2} \pi}{\lambda} (x + y) - \omega t \right]$

۱۱۵- جسمی در فاصله 2 cm سمت راست کانون نخست قرار دارد. در صورتی که فاصله کانونی عدسی 10 cm باشد، تصویر در سمت کانون دوم و در فاصله سانتی‌متری از آن قرار می‌گیرد.

- (۱) چپ - 40
 (۲) راست - 40
 (۳) چپ - 50
 (۴) راست - 50

۱۱۶- در کدام یک سرعت چرخش تصویر دو برابر سرعت چرخش منشور است؟

- (۱) منشور پنتا
 (۲) منشور پُرو
 (۳) منشور ناق‌دیس
 (۴) منشور دُو

۱۱۷- کدام یک از ایبراه‌ها، روشنی نامتقارن تولید می‌کنند؟

- (۱) رنگی
 (۲) کُما
 (۳) کروی
 (۴) واپیچش

۱۱۸- بردار جونز نور قطبیده‌ای با $\begin{pmatrix} 1+i \\ 2+i \end{pmatrix}$ داده شده است. قطبش این نور به چه صورتی است؟

- (۱) بیضوی چپگرد است.
 (۲) بیضوی راستگرد است.
 (۳) دایره‌ای چپگرد است.
 (۴) دایره‌ای راستگرد است.

۱۱۹- پرتو نوری غیرقطبی از یک پلاروید و یک تیغه چارک موجی عبور داده می‌شود. در صورتی که محور تراکسیل پلاروید با محور

- تند تیغه چارک موجی زاویه 30° درجه بسازد، حالت نور خروجی چگونه است؟
 (۱) قطبیده بیضوی
 (۲) قطبیده خطی
 (۳) قطبیده دایروی راستگرد
 (۴) قطبیده دایروی چپگرد

۱۲۰- کمترین فاصله بین نقاط مزدوج حقیقی یک عدسی مثبت نازک چقدر است؟

- (۱) f
 (۲) $2f$
 (۳) $3f$
 (۴) $4f$

۱۲۱- مقدار متوسط بردار پوینتینگ نور خورشید که به بالای جو زمین در فاصله $1/5 \times 10^{11} \text{ m}$ از خورشید می‌رسد، $\frac{1}{25} \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$

می‌باشد. فشار تابشی متوسط اعمال شده به یک صفحه فلزی رو به خورشید در این مکان چند $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ است؟

- (۱) $4/5 \times 10^{-8}$
 (۲) $4/5 \times 10^{-6}$
 (۳) 9×10^{-6}
 (۴) 9×10^{-8}

۱۲۲- کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) شنیده شدن صدا بستگی به دمای سطحی هوا ندارد.
 (۲) شنیده شدن صدا در فواصل دور به شدت آن بستگی دارد و به دمای سطحی بستگی ندارد.
 (۳) وقتی هوای سطحی سرد است، صدا تا فاصله‌ای بیش از حد عادی شنیده می‌شود.
 (۴) وقتی هوای سطحی سرد است، صدا تا فاصله‌ای کمتر از حد عادی شنیده می‌شود.

۱۲۳- در گرته پراش فرانهوفری حاصل از یک شکاف دوگانه، چهارمین بیشینه ثانویه ناپدید شده است. به ترتیب نسبت پهنای

شکاف به جدایی شکاف‌ها چقدر است و درپوش مرکزی چند نوار تداخلی مشاهده می‌شود؟

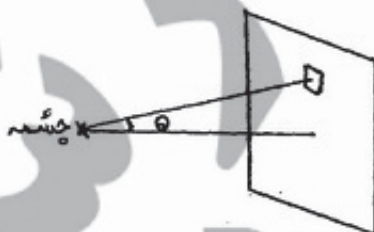
- (۱) 5 و $\frac{1}{2}$
 (۲) 7 و $\frac{1}{4}$
 (۳) 9 و $\frac{1}{4}$
 (۴) 7 و 4

۱۲۴- در جلو یک چشمه نقطه‌ای یک صفحه تخت قرار گرفته است.

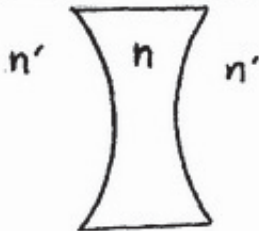
برتابندگی (irradiance) روی این صفحه در زاویه θ متناسب

با چه توانی از $\cos \theta$ است؟

- (۱) ۱
 (۲) ۲
 (۳) ۳
 (۴) ۴



۱۲۵- یک عدسی دو گوز از شیشه‌ای به ضریب شکست n با شعاع‌های خمیدگی که بزرگی (اندازه) یکسانی دارند در نظر بگیرید. این عدسی در محیطی با ضریب شکست n' قرار دارد. در چه صورت این عدسی در این محیط، یک عدسی همگرا خواهد بود؟



(۱) $n < n'$

(۲) $n \leq n'$

(۳) $n \geq n'$

(۴) به هیچ وجه عدسی همگرا نمی‌شود و همواره یک عدسی واگرا است.

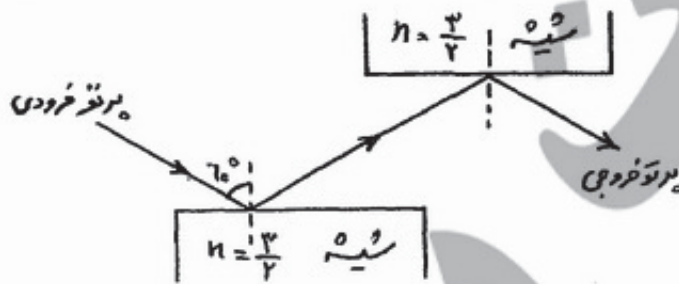
۱۲۶- در تداخل سنج فابری پرو با افزایش فاصله جدایی بین تیغه‌های آن، قدرت تفکیک چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) کم می‌شود.

(۲) زیاد می‌شود.

(۳) ثابت می‌ماند.

۱۲۷- مطابق شکل یک پرتو به شدت I_0 با زاویه 60° بر سطح شیشه فرود می‌آید و پس از دو بازتاب از روی شیشه‌ها موازی خارج می‌شود. اگر شدت پرتو خروجی پس از دو بازتاب برای مد TE، I_1 و برای مد TM، I_2 داشته باشد، ارتباط بین I_1 و I_2 چگونه است؟



(۱) $I_1 > I_2$

(۲) $I_1 < I_2$

(۳) $I_1 = I_2$

(۴) $I_1 \leq I_2$

۱۲۸- کدام گزینه تصفیه فضایی را توصیف می‌کند؟

(۱) به خود تابع انتقال گفته می‌شود که از تغییر در تابع روزنه به دست می‌آید.

(۲) به تغییر در توزیع انرژی گرته پراش گفته می‌شود که برخی بسامدهای فضایی را گزینش می‌کند.

(۳) به تغییر در تابع روزنه گفته می‌شود که برای کم کردن شدت بیشینه‌های ثانوی به کار می‌رود.

(۴) به تغییر در تابع انتقال گفته می‌شود که برخی بسامدهای فضایی را گزینش می‌کند.

۱۲۹- اگر نسبت پهنای شکاف‌ها به فاصله جدایی آنها در یک توری پراش برابر $\frac{1}{6}$ باشد، نسبت شدت بیشینه اصلی اول به بیشینه اصلی سوم کدام است؟

(۱) ۴

(۲) ۹

(۳) $\frac{9}{4}$

(۴) $\frac{4}{9}$

۱۳۰- تابندگی حاصل از یک پولک منطقه‌ای که شامل پنج منطقه فرنل می‌شود، نسبت به حالتی که پولک وجود ندارد، عبارت است از:

(۱) ۳

(۲) ۴

(۳) ۹

(۴) ۲۶