



## ОПТИКА. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Кириллов А.М., учитель гимназии № 44 г. Сочи (<http://kirillandrey72.narod.ru/>)

Данная подборка тестов сделана на основе учебного пособия «Веретельник В.И., Сивов Ю.А., Толмачева Н.Д., Хоружий В.Д. Физика. Методы решения тестовых заданий. Томск: Изд. ТПУ, 2004 г.»

### Часть А

1. Маленькая лампочка освещает экран через непрозрачную перегородку с круглым отверстием радиуса 0,2 м. Расстояние от лампочки до экрана в 4 раза больше расстояния от лампочки до перегородки. Каков радиус освещенного пятна на экране?

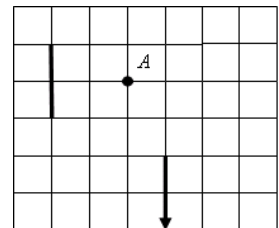
- 1) 0,8 м                      2) 20 м                      3) 0,05 м                      4) 0,2 м

2. Солнце стоит над горизонтом на высоте  $45^{\circ}$ . Определите длину тени, которую отбрасывает вертикально стоящий шест высотой 1 м.

- 1) 1 м                      2)  $\sqrt{2}$  м                      3)  $2\sqrt{2}$  м                      4)  $\sqrt{2}/2$  м

3.

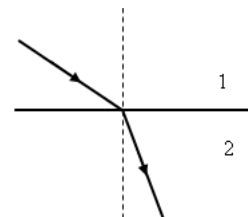
На сколько клеток и в каком направлении можно переместить точку  $A$  (см. рисунок), чтобы изображение стрелки в зеркале было видно из этой точки полностью?



- 1) на 1 клетку вверх  
2) на 2 клетки вправо  
3) на 1 клетку вниз  
4) на 1 клетку вправо

4.

На рисунке показан ход луча света при преломлении на границе раздела двух сред. Каково соотношение показателей преломления этих сред?



- 1)  $n_1 = n_2$                       2)  $n_1 > n_2$                       3)  $n_1 < n_2$                       4) ответ неоднозначен

5. Согласно постулату теории относительности, во всех инерциальных системах отсчета одинаковыми законами описываются

- 1) только оптические явления  
2) только электрические явления  
3) только механические явления  
4) любые физические явления

6. Разогнать тело до скорости света, действуя на него с определенной силой, невозможно даже теоретически. Причина этого в том, что при приближении скорости тела к скорости света

- 1) силы, действующие на тело, уменьшаются
- 2) масса тела возрастает
- 3) кинетическая энергия тела переходит в потенциальную
- 4) ускорение тела становится отрицательным

7. Использование понятий или формул специальной теории относительности требуется для

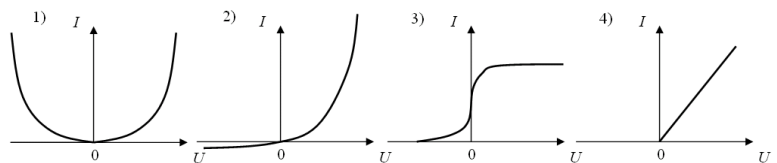
- 1) расчета энергии элементарной частицы с известной массой покоя, летящей с околосветовой скоростью
- 2) экспериментальной оценки скорости света
- 3) оценки скорости Солнца относительно других звезд
- 4) объяснения явления интерференции световых волн

8. Частота красного света примерно в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Импульс «красного» фотона по отношению к импульсу «фиолетового» фотона

- 1) больше в 4 раза
- 2) больше в 2 раза
- 3) меньше в 4 раза
- 4) меньше в 2 раза

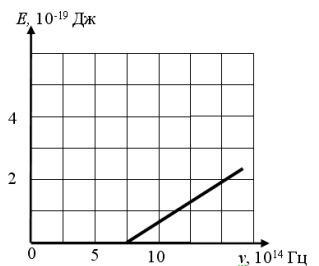
9.

На каком из графиков правильно изображена зависимость фототока (при фотоэффекте) от напряжения между электродами при неизменной освещенности?



10.

При освещении атомарного азота светом происходит ионизация атомов. На рисунке приведен график зависимости энергии вылетающих электронов от частоты падающего света. Определите энергию фотона, при которой происходит ионизация газа



- 1)  $1,2 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 2)  $5 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 3)  $1,2 \cdot 10^{-34}$  Дж
- 4)  $7,5 \cdot 10^{-34}$  Дж

11. При фотоэффекте значение задерживающей разности потенциалов зависит от

- А) частоты падающего света,
- Б) интенсивности падающего света,
- В) работы выхода электронов из металла.

Какие утверждения правильны?

- 1) А и Б
- 2) А и В
- 3) Б и В
- 4) А, Б, В

12. Любая звезда излучает электромагнитные волны во всех диапазонах спектра. Тем не менее, звезды могут называться ультрафиолетовыми, инфракрасными, желтыми, голубыми, рентгеновскими или красными – в зависимости от того, в какой области спектра их излучение преобладает. Перечисленные ниже типы звезд в порядке возрастания их температур располагаются следующим образом:

- 1) инфракрасные, красные, желтые, голубые, ультрафиолетовые, рентгеновские
- 2) инфракрасные, красные, голубые, желтые, ультрафиолетовые, рентгеновские
- 3) рентгеновские, ультрафиолетовые, голубые, желтые, красные, инфракрасные
- 4) инфракрасные, красные, желтые, голубые, рентгеновские, ультрафиолетовые

13. Частота фотона, излучаемого при переходе атома из возбужденного состояния с энергией  $E_1$  в основное с энергией  $E_0$ , вычисляется по формуле

- 1)  $\frac{ch}{E_1 - E_0}$       2)  $\frac{ch}{E_0 - E_1}$       3)  $\frac{E_1 + E_0}{h}$       4)  $\frac{E_1 - E_0}{h}$

14. Период полураспада атомов свинца  $^{209}_{82}Pb$  составляет 3,3 ч. Это означает, что

- 1) половина изначально имевшихся атомов свинца распадается за 3,3 ч
- 2) все изначально имевшиеся атомы свинца распадутся через 6,6 ч
- 3) за 3,3 ч атомный номер каждого атома свинца уменьшится вдвое
- 4) один атом свинца распадается каждые 3,3 ч

15. Рассеивающую стеклянную линзу переместили из воздуха в воду, которая является оптически менее плотной средой по сравнению со стеклом. Ее фокусное расстояние по модулю

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось
- 4) в случае двояковогнутой линзы – уменьшилось, в случае плосковогнутой – увеличилось.

16. Какова удельная энергия связи нуклонов в ядре фосфора  $^{30}_{15}P$  ?

- 1) 930,6 МэВ/нуклон
- 2) 125,7 МэВ/нуклон
- 3) 8,4 МэВ/нуклон
- 4) 0,3 МэВ/нуклон

17. Ядро  $^{237}_{93}Np$ , испытав серию  $\alpha$  - и  $\beta$  – распадов, превратилось в  $^{209}_{83}Bi$ . Определите общее число  $\alpha$  - и  $\beta$  – распадов.

- 1) 4      2) 6      3) 7      4) 11

18. Масса ядра изотопа бериллия  ${}^7_4\text{Be}$  6534,24 МэВ, масса ядра изотопа углерода  ${}^{11}_6\text{C}$  10254,10 МэВ. Может ли ядро углерода испытать  $\alpha$ -распад по схеме  ${}^{11}_6\text{C} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + {}^4_2\text{He}$  и почему?

- 1) да, т.к. масса ядра углерода меньше суммы масс продуктов реакции
- 2) нет, т.к. масса ядра углерода меньше суммы масс продуктов реакции
- 3) да, т.к. выполняются законы сохранения массового числа и заряда
- 4) нет, т.к.  $\alpha$ -частицы есть только в тяжелых ядрах.

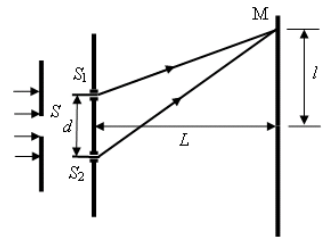
19. Может ли изотоп ядра азота испытать  $\beta$ -распад:  ${}^{13}_7\text{N} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + {}^0_{+1}e$  и почему? Масса ядра азота 12111,29 МэВ.

- 1) может, т.к. масса ядра азота меньше суммы масс продуктов реакции
- 2) не может, т.к. масса ядра углерода больше массы ядра азота
- 3) может, т.к. выполняются законы сохранения массового числа и заряда
- 4) не может, т.к.  $\beta$ -частицы  ${}^0_{+1}e$  не существует

20. Определить минимальное время «запаздывания» ответного сигнала при управлении межпланетной станцией, находящейся на орбите возле Сатурна, если расстояние от Земли до Сатурна  $1,35 \cdot 10^9$  км. Ответ выразите в минутах. [150]

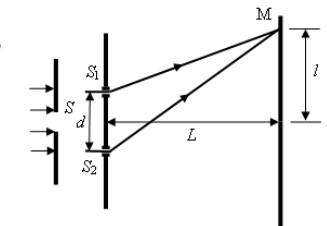
21.

В установке Юнга (см. рисунок), находящейся в воздухе, расстояние  $d$  между щелями  $S_1$  и  $S_2$  равно 1 мм, а расстояние  $L$  от щелей до экрана 3 м. Определите разность хода лучей, приходящих в точку М, если расстояние  $l$  до нее от центра экрана 3 мм. Ответ выразите в микрометрах (мкм). [1]



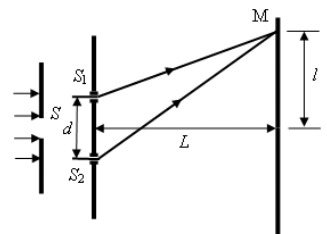
22.

В установке Юнга (см. рисунок), находящейся в воздухе, расстояние  $L$  от щелей  $S_1$  и  $S_2$  до экрана равно 2 м. Щель  $S$  освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Определите расстояние  $d$  между щелями  $S_1$  и  $S_2$ , если на экране вблизи центра интерференционной картины расстояние между двумя соседними минимумами 2 мм. Ответ умножьте на  $10^4$ . [5]



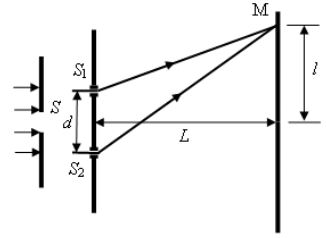
23.

В установке Юнга (см. рисунок), находящейся в воздухе, расстояние  $d$  между щелями  $S_1$  и  $S_2$  равно 1 мм. Щель  $S$  освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 600$  нм. Определите расстояние  $L$  от щелей  $S_1$  и  $S_2$  до экрана, если на экране вблизи центра интерференционной картины расстояние между двумя соседними максимумами 1,8 мм. [3]



24.

В установке Юнга (см. рисунок), находящейся в воздухе, расстояние  $d$  между щелями  $S_1$  и  $S_2$  равно 0,6 мм, а расстояние  $L$  от щелей до экрана 2 м. Щель  $S$  освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda=700$  нм. Определите расстояние  $l$  от центра экрана до точки  $M$ , в которой наблюдается третий интерференционный максимум. Ответ выразите в миллиметрах (мм). [7]



25. На поверхность стеклянной пластинки с показателем преломления  $n_1=1,70$  нанесена тонкая пленка с показателем преломления  $n_2=1,50$ . При какой минимальной толщине пленки свет с длиной волны  $\lambda=600$  нм, падающий нормально, будет максимально отражаться? Ответ выразите в нанометрах (нм). [200]

26. На поверхность стеклянной призмы нанесена тонкая пленка с показателем преломления  $n_{пл} < n_{ст}$ , толщиной  $d=112,5$  нм. На пленку по нормали к ней падает свет с длиной волны  $\lambda=630$  нм. При каком значении показателя преломления  $n_{пл}$  пленка будет «просветляющей»? [1,4]

27. Вычислите энергетический выход ядерной реакции:  ${}^{14}_7\text{N} + {}^{14}_7\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ . Ответ выразите в мегаэлектрон-вольтах (МэВ) и округлите до десятых. Поставьте знак минус, если энергия поглощается. [-0,7]

28. Определите кинетическую энергию  $\alpha$ -частицы и электронов, возникающих в ядерной реакции синтеза:  $4 {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^0_{-1}\text{e} + 2\nu$ ? Энергия каждого нейтрино  $\nu$  равна 0,3 МэВ. Ответ округлите до десятых. [23,2]

29. Определите частоту двух одинаковых  $\gamma$ -квантов, рождающихся при аннигиляции протона и антипротона. (Масса протона равна массе антипротона). Ответ выразите в  $10^{23}$  Гц и округлите до десятых. [2,3]

30. При делении ядра урана выделяется энергия около 200 МэВ. Какая энергия выделяется в реакторе, если в сутки расходуется 62 г изотопа  ${}^{235}_{92}\text{U}$ ? Ответ выразите в единицах  $10^{25}$  МэВ и округлите до десятых. [3,2]

31. В реакции  ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$  масса исходных частиц превышает массу конечных продуктов реакции на 0,00612 а.е.м. Сколько при этом выделяется или поглощается энергии? Ответ выразите в мегаэлектрон-вольтах (МэВ) и округлите до целых. Поставьте знак минус, если энергия поглощается. [6]

32. Какая энергия выделяется при протекании ядерной реакции  ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow 2 {}^4_2\text{He}$ ? Ответ выразите в пикоджоулях (пДж) и округлите до целых. [3]

### Часть С

33. Какова длина волны  $\lambda_{кр}$ , соответствующая красной границе фотоэффекта, если при облучении металлической пластинки светом с длиной волны  $\lambda=3 \cdot 10^{-7}$  м, максимальная скорость выбитых электронов составляет  $v=800$  км/с? [537 нм]

34. При какой температуре газа средняя энергия теплового движения частиц будет равна энергии электронов, выбиваемых из металлической пластинки с работой выхода  $A_{\text{вых}}=2$  эВ при облучении монохроматическим светом с длиной волны 300 нм? [ $1,64 \cdot 10^4$  К]
35. При облучении металлической пластинки фотоэффект имеет место только в том случае, если импульс  $p$  падающих на нее фотонов превышает  $9 \cdot 10^{-28}$  кг·м/с. С какой скоростью будут покидать пластинку электроны, если облучать ее светом, частота которого вдвое выше? [770 км/с]
36. При облучении металлической пластинки светом с длиной волны 300 нм из нее выбиваются электроны, которые, пройдя ускоряющую разность потенциалов  $\Delta U=10$  В, попадают в мишень. Каков импульс  $p$ , передаваемый мишени одним электроном, если работа выхода  $A_{\text{вых}}=2$  эВ? [ $1,9 \cdot 10^{24}$  кг·м/с]
37. При облучении металлической пластинки светом из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов  $\Delta U$ . Работа выхода электронов из металла  $A_{\text{вых}}=1$  эВ, частота фотонов, падающих на пластинку, равна  $2,4 \cdot 10^{14}$  Гц. Каково значение  $\Delta U$ , если энергия ускоренных электронов  $E_e$  вдвое больше энергии фотонов, выбивающих их из металла? [ $1,99 \cdot \text{В}$ ]
38. Фотон, падая на поверхность металла, находящегося в магнитном поле, вырывает электрон, который, двигаясь перпендикулярно линиям магнитной индукции, описывает дугу радиуса  $R=6,1$  см. Работа выхода электрона из металла  $A_{\text{вых}}=3$  эВ, индукция магнитного поля  $B=10^{-4}$  Тл. Какова длина волны фотона? Ответ выразите в нанометрах (нм). [197]
39. Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) в сосуде, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется постоянным электрическим полем с напряженностью  $E=10^3$  В/м до энергии, равной энергии ионизации атома водорода  $W=13,6$  эВ, и ионизирует атом. Каков промежуток времени  $\Delta t$  между моментом вылета электрона из пластины и моментом, в который возникший ион водорода (протон), двигаясь в том же электрическом поле, долетит до катода? Начальную скорость иона считать равной нулю. Ответ выразите в микросекундах (мкс). [0,54]
40. Для разгона космических аппаратов в открытом космосе и коррекции их орбит предложено использовать солнечный парус – скрепленный с аппаратом легкий экран большой площади из тонкой пленки, которая зеркально отражает солнечный свет. Найдите массу космического аппарата, находящегося на орбите Марса, если он снабжен парусом в форме квадрата размерами  $100 \times 100$  м<sup>2</sup> и давление солнечных лучей сообщает ему ускорение  $10^{-4}g$ . Мощность  $W$  солнечного излучения, падающего на 1 м<sup>2</sup> поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, составляет вблизи Земли 1370 Вт. Считать, что Марс находится в 1,5 раза дальше от Солнца, чем Земля. [40,6]

<b>1</b>	1	<b>11</b>	2
<b>2</b>	1	<b>12</b>	1
<b>3</b>	1	<b>13</b>	4
<b>4</b>	3	<b>14</b>	1
<b>5</b>	4	<b>15</b>	1
<b>6</b>	2	<b>16</b>	3
<b>7</b>	1	<b>17</b>	4
<b>8</b>	4	<b>18</b>	2
<b>9</b>	3	<b>19</b>	3
<b>10</b>	2	<b>20</b>	