

Задача 1

Астронавт се намира в ракета, която се движи със скорост v спрямо неподвижен наблюдател, намиращ се на Земята, като $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{3}$. Часовникът на наблюдателя отчита, че е изминало време 6 min. Колко време е изминало за астронавта?

- A) 2 min
- Б) 3 min
- В) 12 min
- Г) 18 min

Задача 2

Луминесцентна тръба се движи по оста x на отправна система, със скорост v , съизмерима с тази на светлината. Собствената дължина на тръбата е L_0 . Каква е дължината на лампата L спрямо неподвижен наблюдател?

- | | |
|---|---|
| A) $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ | Б) $L = L_0 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$ |
| В) $L_0 = L \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ | Г) $L_0 = L \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$ |

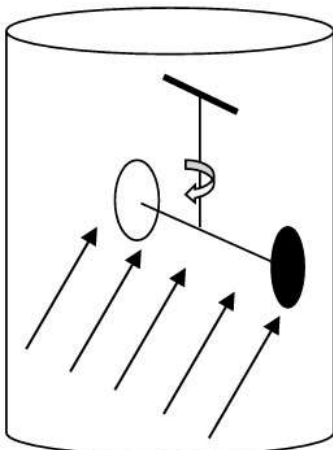
Задача 3

Източник на светлинна вълна се приближава към наблюдател със скорост, съизмерима с тази на светлината. Наблюдателят ще регистрира светлинна вълна с:

- A) по-малка амплитуда
- Б) по-голяма дължина на вълната
- В) по-голяма честота
- Г) по-малка честота

Задача 4

На фигурата е показана уравновесена везна със закрепени към нея еднакви по размери черна и отражателна пластина. При осветяване с интензивна светлина везната се завърта. Цялата система е поставена във вакуум. Кое от изброените е причина за завъртането?

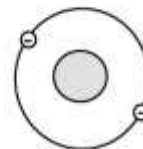


- A) черната пластина се загрява повече
- Б) от черната пластина се избиват повече електрони
- В) разлика в светлинното налягане върху пластините
- Г) черната пластина привлича светлината

Задача 5

На фигурата е показан хелиев атом (пореден номер $Z = 2$), намиращ се в основно състояние. По какво се различават двата електрона от електронната обвивка на хелия?

- А) главното квантово число
- Б) орбиталното квантово число
- В) магнитното квантово число
- Г) посоката на спина



Задача 6

. Каква част от радиоактивните атоми на даден изотоп са останали след два периода на полуразпад ($t = 2 T_{1/2}$)?

- А) 100 %
- Б) 75 %
- В) 50 %
- Г) 25 %

Задача 7

Според постулатите на специалната теория на относителността:

- А) всички явления в природата протичат еднакво във всички инерциални отправни системи и скоростта на светлината зависи от избора на отправна система
- Б) механичните явления в природата протичат еднакво във всички инерциални отправни системи и скоростта на светлината зависи от избора на отправна система
- В) всички явления в природата протичат еднакво във всички инерциални отправни системи и скоростта на светлината не зависи от избора на инерциална отправна система
- Г) механичните явления в природата протичат еднакво във всички инерциални отправни системи и скоростта на светлината не зависи от избора на отправна система

Задача 8

Да предположим, че космически корабът се движи със скорост $v = 1,8 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ и има собствената дължина $l_0 = 16 \text{ m}$. Означаваме с: l_1 дължината на кораба спрямо наблюдател на кораба; l_2 дължината на кораба за наблюдател от Земята. Вярно е, че:

- А) $l_1 = 16 \text{ m}$, $l_2 = 12,8 \text{ m}$
- Б) $l_1 = 12,8 \text{ m}$, $l_2 = 16 \text{ m}$
- В) $l_1 = 20 \text{ m}$, $l_2 = 16 \text{ m}$
- Г) $l_1 = 16 \text{ m}$, $l_2 = 20 \text{ m}$

Задача 9

Източник на светлина се приближава с постоянна скорост v към плоско огледало, перпендикулярно на равнината му. Скоростта на отразената от огледалото светлина спрямо източника е:

- А) $c - v$
- Б) $c + v$
- В) c
- Г) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

Задача 10

Източник излъчва светлина с честота ν и се приближава към наблюдател, който регистрира светлина с честота ν_1 . Вярно е, че:

- А) $\nu < \nu_1$ и фронтовете на вълната се разреждат
- Б) $\nu < \nu_1$ и фронтовете на вълната се сгъстяват
- В) $\nu > \nu_1$ и фронтовете на вълната се разреждат
- Г) $\nu > \nu_1$ и фронтовете на вълната се сгъстяват

Задача 11

За потока фотони е вярно, че:

- А) има импулс и упражнява налягане
- Б) няма импулс и упражнява налягане
- В) има маса и упражнява налягане
- Г) няма маса и не упражнява налягане

Задача 12

Според модела на Бор за водородния атом движението на електрон става по стационарна орбита със скорост v , чийто радиус r е:

- А) $r = \frac{nhm}{2\pi v}$
- Б) $r = \frac{nhmv}{2\pi}$
- В) $r = \frac{nh}{2\pi mv}$
- Г) $r = \frac{nhv}{2\pi m}$

Задача 13

Времето на живот на елементарна частица в състояние на покой е $\Delta t_0 = 3$ s. Колко е времето на живот на същата частица, ако тя се движи със скорост $v = 0,8c$?

- А) 1,8 s
- Б) 2,4 s
- В) 3,0 s
- Г) 5,0 s

Задача 14

При преход на електрона между кои нива на водородния атом се излъчва инфрачервено лъчение?

- А) от 2 към 1
- Б) от 3 към 2
- В) от 4 към 3
- Г) от 4 към 2

Задача 15

На илюстрацията схематично е показано запълването на енергетичните зони на две вещества с електрони. Кое от веществата е метал?



Задача 16

Посочете вярното твърдение. Според Специалната теория на относителността за различните инерциални отправни системи:

- А) скоростта на светлината във вакуум е една и съща
- Б) физичните закони се различават
- В) ускорението на свободно падане е едно и също
- Г) гравитацията забавя времето

Задача 17

Собственото време на живот на частица е 2 пъти по-малко, отколкото времето ѝ на живот, измерено по часовник в лаборатория. Приблизително колко е скоростта на частицата спрямо лабораторията, изразена чрез скоростта на светлината c ?

- А) $0,87c$
- Б) c
- В) $1,01c$
- Г) $1,1c$

Задача 18

Източник, излъчващ монохроматична жълта светлина ($\lambda = 580 \text{ nm}$), се отдалечава от наблюдател със скорост, съизмерима с тази на светлината. Какъв може да бъде цветът на светлината, която вижда наблюдателят?

- А) син
- Б) зелен
- В) жълт
- Г) червен

Задача 19

Бяла светлина пада перпендикулярно върху три еднакви по размер пластини. Първата пластина (1) е черна, втората (2) – бяла, а третата (3) – синя. Кое съотношение между светлинното налягане върху трите пластини е вярно.

- А) $p_1 > p_2 > p_3$
- Б) $p_2 > p_1 > p_3$
- В) $p_2 > p_3 > p_1$
- Г) $p_1 = p_2 = p_3$

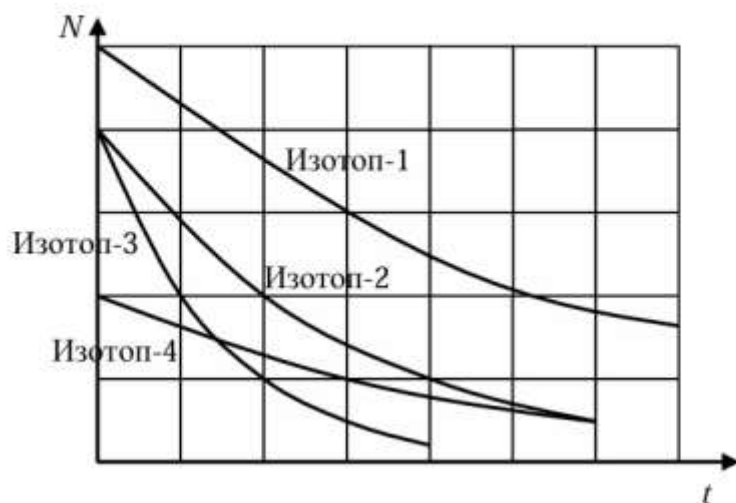
Задача 20

Водороден атом поглъща фотон, така че електронът в атома преминава от второ на трето енергетично ниво. С коя формула се пресмята дължината на вълната λ на фотона? С R е означена константата на Ридберг.

- А) $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right)$
- Б) $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right)$
- В) $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4} \right)$
- Г) $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{9} \right)$

Задача 21

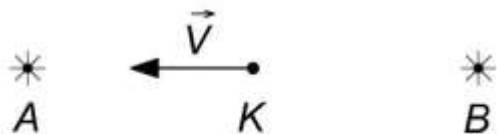
На графиката е показано как зависи броят на радиоактивните ядра N от времето t за четири различни изотопа. Кой радиоактивен изотоп има най-малък период на полуразпадане?



- А) Изотоп – 1
- Б) Изотоп – 2
- В) Изотоп – 3
- Г) Изотоп – 4

Задача 22

Отправна система K , в която се намира наблюдател се движи със скорост v по правата свързваща неподвижни източници на светлина A и B . За скоростта на светлината u_1 от A и u_2 от B спрямо наблюдателя е изпълнено



- А) $u_1 = c + v, \quad u_2 = c - v$
- Б) $u_1 = c - v, \quad u_2 = c + v$
- В) $u_1 = u_2 = v - c$
- Г) $u_1 = u_2 = c$

Задача 23

За наблюдател на Земята линейните размери на космически кораб по посоката на движението му намаляват 4 пъти. Колко време ще продължи събитие за наблюдателя на Земята, ако продължителността му, отчетена от часовник на кораба, е 8 часа?

- А) 32 часа
- Б) 16 часа
- В) 4 часа
- Г) 2 часа

Задача 24

Източник излъчва електромагнитни вълни с честота $\nu = 3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$. Наблюдател регистрира честота $\nu_1 = 2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$. Дължината на регистрираната вълна е:

- А) по-голяма от дължината на излъчената вълна и източникът се приближава към наблюдателя
- Б) по-малка от дължината на излъчената вълна и източникът се приближава към наблюдателя
- В) по-голяма от дължината на излъчената вълна и източникът се отдалечава от наблюдателя
- Г) по-малка от дължината на излъчената вълна и източникът се отдалечава от наблюдателя

Задача 25

Фотони с честота ν падат върху отражателна пластинка. Изменението на импулса на един фотон при отражението е:

- А) $\frac{2h\nu}{c}$
- Б) $\frac{h\nu}{c}$
- В) $\frac{2hc}{\nu}$
- Г) $\frac{hc}{\nu}$

Задача 26

Енергията на водороден атом в основно състояние е E_1 . Електрон преминава от второ на първо ниво. При този преход атомът:

- А) поглъща фотон с енергия $\frac{3}{4}E_1$
- Б) излъчва фотон с енергия $\frac{3}{4}E_1$
- В) поглъща фотон с енергия $\frac{1}{2}E_1$
- Г) излъчва фотон с енергия $\frac{1}{2}E_1$

Задача 27

Разглеждаме два потока светлина. Честотата ν_1 на фотоните от първия поток е 3 пъти по-малка от честотата ν_2 на фотоните във втория поток. Отношението на импулсите и отношението на енергиите на фотоните от двата потока е:

- А) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{3}$ $\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{3}$
- Б) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{3}$ $\frac{E_1}{E_2} = 3$
- В) $\frac{p_1}{p_2} = 3$ $\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{3}$
- Г) $\frac{p_1}{p_2} = 3$ $\frac{E_1}{E_2} = 3$

Задача 28

Космически кораб се отдалечава от Земята със скорост $2,6 \cdot 10^8$ m/s. За размерите на кораба a – по направление на движението му, и b – по направление перпендикулярно на движението му, за наблюдател от Земята, и съответно a_1 и b_1 , за наблюдател от кораба, е вярно:

- А) $a < a_1$, $b < b_1$
- Б) $a = a_1$, $b < b_1$
- В) $a > a_1$, $b = b_1$
- Г) $a < a_1$, $b = b_1$

Задача 29

При взаимодействие със сноп ускорени протони дължината на вълната на рентгенов фотон намалява. Как се променят честотата и импулсът на фотона?

- А) честотата се увеличава; импулсът се увеличава
- Б) честотата намалява; импулсът намалява
- В) честотата се увеличава; импулсът намалява
- Г) честотата намалява; импулсът се увеличава

Задача 30

Момче, което е седнало в стаята си чува през отворения прозорец звук, от преминаващ по улицата автомобил, с увеличаваща се честота. Кой е верният извод, който може да направи момчето?

- А) Автомобилът се приближава и фронтовете на звуковата вълна се стъстват.
- Б) Автомобилът се приближава и фронтовете на звуковата вълна се разреждат.
- В) Автомобилът се отдалечава и фронтовете на звуковата вълна се стъстват.
- Г) Автомобилът се отдалечава и фронтовете на звуковата вълна се разреждат.

Задача 31

Ако наблюдаваме космически кораб, движещ се спрямо нас с релативистка скорост, ще видим, че:

- А) той има същата дължина, както идентичен на него кораб, неподвижен спрямо нас
- Б) той е по-къс или по-дълъг в зависимост от това дали се отдалечава или се приближава към нас
- В) той е по-дълъг
- Г) той е по-къс

Задача 32

Колко е импулсът на един фотон с енергия E ?

- А) не може да се отговори, трябва да се знае и честотата на фотона
- Б) той е $p = \frac{E}{c}$
- В) той е $p = E \cdot c$
- Г) не може да се отговори, трябва да се знае и неговата маса

Задача 33

В медицината ефектът на Доплер се използва при:

- А) изследване на кости за счупвания
- Б) при разбиване на бъбречни камъни с ултразвук
- В) получаване на електрокардиограма
- Г) определяне на скоростта на протичане на кръв по кръвоносни съдове

Задача 34

Ако наблюдаваме нестабилна частица, движеща се спрямо нас с релативистка скорост, какъв извод може да направим за нейното време на живот в сравнение с това на неподвижна частица от същия тип:

- А) времето на живот на релативистката частица ще е по-голямо от това на неподвижната
- Б) времето на живот на релативистката частица ще е по-малко от това на неподвижната
- В) времето на живот на релативистката частица ще е същото като това на неподвижната
- Г) времето на живот на релативистката частица не може да се определи, защото зависи от това частицата отдалечава или се приближава към нас

Задача 35

Водороден атом се намира във възбудено състояние. При кой от изброените преходи на електрона ще се излъчи фотон с минимална енергия?

- А) от второ към първо енергетично ниво
- Б) от трето към първо енергетично ниво
- В) от четвърто към трето енергетично ниво
- Г) от четвърто към второ енергетично ниво

Задача 36

Между две събития на космически кораб, който се отдалечава от Земята със скорост $0,8c$, изминават 20 години. Колко години са изминали между двете събития спрямо наблюдател на Земята?

- А) 11,1 год.
- Б) $16,7 \cdot 10^{-8}$ год.
- В) 33,3 год.
- Г) 66,6 год.

Задача 37

Когато върху зеницата на око пада монохроматична светлина, тя поглъща 135 фотона. Ако честотата на светлината се увеличи, но така че общата погълната енергия да остане същата, как ще се променят енергията на всеки един фотон и броят на погълнатите фотони?

- А) енергията се увеличава; броят се увеличава
- Б) енергията намалява; броят намалява
- В) енергията намалява; броят се увеличава
- Г) енергията се увеличава; броят намалява

Задача 38

Два влака се движат един срещу друг по успоредни релси. Първият издава звук с честота ν_0 в отправна система свързана с този влак. Честотата на звука, която чува пътник от втория влак, е ν . Кое от твърденията е вярно?

- А) $\nu < \nu_0$ преди влаковете да се срещнат
- Б) $\nu < \nu_0$ след като влаковете са се срещнали
- В) $\nu = \nu_0$ преди влаковете да се срещнат
- Г) $\nu = \nu_0$ след като влаковете са се срещнали

Част 2 – Задачи с пълно решение от матурата

Задача 1

Два автомобиля се движат след след друг, съответно със скорости v_1 и v_2 , спрямо земната повърхност.

- А) С каква скорост u_1 се движат автомобилите един спрямо друг, ако скоростите им v_1 и v_2 са много по-малки от скоростта на светлината c ($v_1, v_2 \ll c$)?
- Б) С каква скорост u_2 се движат автомобилите един спрямо друг, ако скоростите им v_1 и v_2 бяха съизмерими със скоростта на светлината?

Задача 2

Заредена частица с маса m се ускорява от електрично поле. При това скоростта ѝ нараства до скорост, съизмерима с тази на светлината.

- А) Напишете формулата за енергията на покой на частицата.
- Б) Напишете формулата за релативисткият импулс на частицата.
- В) Запишете релативисткия фактор γ .

Задача 3

Две ракети се движат една срещу друга със скорости съответно $v_1 = 0,6c$ и $v_2 = 0,5c$ спрямо неподвижен наблюдател. Определете относителната скорост на сближаване на ракетите според:

- А) механиката на Нютон
- Б) специалната теория на относителността

Задача 4

Светлина с дължина на вълната $\lambda = 600 \text{ nm}$ пада перпендикулярно върху пластинка, която напълно я отразява. Определете:

- А) енергията на фотоните
- Б) импулса на фотоните
- В) изменението на импулса на фотон при отражението му от пластинката

Константата на Планк е $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, скоростта на светлината е $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Задача 5

Две частици летят една срещу друга в ускорител със скорости $v = c/2$ всяка. Разстоянието между тях е $l = 10 \text{ m}$.

- А) След колко време t , измерено по часовник, неподвижен спрямо ускорителя, ще настъпи удар между частиците?
- Б) С каква относителна скорост u се движат двете частици една спрямо друга?
- В) Докажете, че от релативистката формулата за събиране на скорости, при $v \ll c$ се достига до закона за събиране на скорости в класическата механика ($u = v_1 + v_2$).

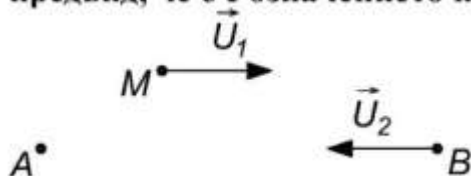
Задача 6

Собственото време на живот на нестабилна елементарна частица се различава два пъти в сравнение с времето на живот, измерено по часовника на неподвижен наблюдател. Масата на частицата е $m = 10^{-28} \text{ kg}$.

- А) Намерете отношението v/c на скоростта на частицата към скоростта на светлината във вакуум.
- Б) Намерете пълната енергия E на частицата.

Задача 7

Ракета М се движи спрямо отправната система В със скорост $u_1 = 0,5c$. Отправна система В се движи спрямо отправна система А със скорост $u_2 = 0,2c$. Ракетата М и отправна система В се движат равномерно и праволинейно спрямо отправна система А. Определете скоростта на ракетата М спрямо отправна система А, като имате в предвид, че c е означението на скоростта на светлината.



Задача 8

Лазер с мощност $P = 8 \text{ mW}$ излъчва електромагнитно лъчение с дължина на вълната $\lambda = 600 \text{ nm}$. Запишете как се определят:

- А) енергията на един излъчен фотон
- Б) импулса на един фотон
- В) броя на фотоните N , които лазерът излъчва за 2 секунди

Задача 9

Електрон с маса m и заряд e в атом на водорода се движи по стационарна орбита с радиус r . Като използвате постулатите на Бор изразете скоростта, с която се движи електрона на тази орбита чрез дадените величини.

Задача 10

Енергетичните нива на електрона във водороден атом се дават с формулата

$$E_n = -\frac{13,6 \text{ eV}}{n^2}.$$

- А) Изчислете минималната енергия (в eV) на фотон, който може да йонизира водороден атом, намиращ се в основно състояние.
- Б) Изчислете дължината на вълната на такъв фотон. Към коя област на електромагнитния спектър принадлежи това излъчване?

Задача 11

При преход на електрон от трето към второ ниво във водороден атом се излъчва фотон.

- А) Колко е дължината на вълната на излъчения фотон?
- Б) Колко електрон волта е енергията на излъчения фотон?

Задача 12

Електрон във водороден атом се движи по втората стационарна орбита с радиус $21,2 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. Намерете:

- А) силата, която действа между електрона и ядрото;
- Б) скоростта с която се движи електронът на тази орбита.