### 4.2. Задачн с развернутым ответом

1. *Вожожное решение.*

 

При движении перемычки в однородном магнитном поле на ее концах возникает ЭДС электромагнитной индуіщии: ф= *ВVI ,* где *В — н ия* магнитного поля; Г и f — соответственно скорость и длина перемьщки. Согласно закону Ома для пол- ной цепи в замкнугом контуре возникает индукционный ток:

*I —-— -- в ,* где Л — сопротивление перемы'зки. Поскольку

скорость перемьlчки постоянна, то ЭДС и индукционньlй ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукци- онный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, что- бы своим магнитным полем препятствовать увели'зению маг- нитного потока при движении перемычки, т.е. против 'засовой стрелки (см. рис.). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля на'знет действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в

противоположную движению сторону: *НA* = *Bl pl ——*

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести *mg ,* сила ре- акции опоры *N ,* сила трения f , , сила Ампера f, и сила f, приложенная к перемычке (см. рис). Перемьlчка движется с

постоянной скоростью, поэтому ее ускорение равно нулю.

Проекции второго закона Ньютона имеют вид:

*Оу:* 0 = N— *mg.*

Сила трения скольжения Jp = щV= *цmg.* В итоге получаем:

 *— ymg) R (I,* 13 — 0, 2-5 0,092 310) 0 1 4 м/с.

*(Bl)2* (0,1-5 1)2

*Ответ. V —-* 4 м/с.

1. *Возможное решение.*

При движении перемычки в однородном магнитном поле на ее концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: ф= *BVl,* где *В —* индукция магнитного поля; Г и f — соответственно скорость и длина перемьгтки. Согласно закону Ома для пол- ной цеіпі в замкнутом контуре возникает индукционный ток: f„ = — *в ' ,* где Л — сопротивление перемычки. Посколь-

ку скорость перемычки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца ин- дукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитнкм полем препятствовать увеличе- нию магнитного потока при движении перемычки (см. рис.). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнет действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противополож- ную движению сторону:

А 

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести mg, сила ре-

акции опоры *N,* сила трения *F ,* сила Ампера *FA* и сила *F,* приложенная к перемычке (см. рис.). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому ее ускорение равно нулю. Проекции второго закона Ньютона имеют вид:

*Ох:* 0 = — Np —-A;

*Оу:* 0 = У — *mg.*

Сила трения скольжения равна Jp = V= цmg. В итоге получаем:

— pmg) Л \_ (1,13 — 0, 25 0,092 310) 0 1 4 м/с.

*(Bl)2* (0,-1 1, 5)2

*Ответ: У ——* 4 м/с.

*Возможное решение.*

* 1. На рисунке показаны силы, действующие на стержень с то-
* сила тяжести mg, направленная вертикально вниз;
* сила реакции опоры *N,* направленная перпендикулярно к наклонной плоскости;
* сила Ампера fA, направленная горизонтально вправо, что

#### вытекает из условия задачи.

* 1. Модуль силы Ампера +А = *IBL,*

#### где *L* — длина стержня.

* 1. Систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, счи- таем инерциальной.

Для решения задачи достаточно записать второй закон Нью- тона в проекциях на ось х (см. рис.):

та, = —mg sin в + *IBL* cos в, где m — масса стержня.

Отсюда находим *I -т- Ответ.- I=-* 4 А.

4. *Ответ. а ——* 1,9 м /c2.

1. *Возможное решение.*

*' а, + g* sinn) *L Bcos а*

* 1. На проводник с током со стороны магнитного поля действу- ет сила Ампера, равная по модулю +А - *IBL н* направленная горизонтально, перпендикулярно проводнику.
	2. Силы, действующие на проводник, показаны на рисунке. Считая систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной, запишем второй закон Ньютона в проекциях на *осн Ох* и @ (см. рис.):

*Ох:* НA cos ‹i — org siп ‹i '— Г-,р 0.,

@: *N — mg* cOS ‹i — НA siП ‹i = 0.

Брусок скользит по наклонной плоскости, поэтому

w' - 

#### Репіаем систему уравнений (1H 3).

Из уравнения (2) выражаем *N,* подставляем полученное выра- жение в уравнение (3) и получаем выражение для Г-р. Подста- вив его в (1), получаем уравнение для Г-А :

Г-А cos п — org sin ‹х — prg coДs ‹х — A sin ‹х = 0

откуда *В ——* шg sin‹x

*IL* cos‹x

*Ответ.’ В --* 0,04 Тл.

1. *Ответ.- I ——* 11 А.
2. *Возможное решение.*

По рамке течет ток *І.* Пусть модуль вектора магнитной индук- ции равен *В.* На стороны рамки действует сила Ампера.

На стороиу AD: At = *IaB* sin(n — ‹х) = где ‹х = 30°;

На стороиу AC: Nщ = *IaB* sin‹x = *IaB,*

На стороиу CD: Nщ = *IaB.*

Суммарный момент этих сил относительно оси CD:

Н A— А1

*аЗ* + 4

*at* \_ 31a *В*

А2 4 4

Момент силы тяжести: *Mpp —— -*

Условия отрьпа: НA + *Mpp* й 0,

*mga*



 31a *В*> *mga*

#### 4 2

Отсюда *В ?*

*Ответ: В* й



3aI

Зад

. Допускается ответ в виде равенства.

1. *Ответ.- I* й *mg /* 2аВ.

*Возможное решение.*

При протекании тока по стержню, находящемуся в магнитном поле, на него действует сила Ампера- = *IBl ——* 0,1 Н, направ- ленная горизонтально.

В соответствии со вторым законом Ньютона сила Ампера вы- зывает горизонтальное ускорение стержня, которое в началь-

ный момент равно *а ——*

*IBl ——*10 м/с2

*т т*

За время действия силы Ампера I = 0,1 с стержень переместит- ся на малое расстояние. Горизонтальная составляющая суммы сил натяжения нитей Л при этом не влияет на движение стержня в горизонтальном направлении, и это движение мож- но считать равноускоренным. Следовательно, скорость стерж- ня в момент выключения тока можно вычислить по формуле *о -— at Iвi,*

*Ответ.’ о ——* 1 м/с.

*Вожожное решение.*

При протекании тока по стержню, находящемуся в магнитном поле, на него действует сила Ампера- = *IBl,* направленная ro-

В соответствии со вторым законом Ньютона сила Ампера вы- зывает горизонтальное ускорение стержня, которое в наяаль-

ныи момент *а ———F —— IBl*

*т т*

Так как отклонение нитей от вертикали за время протекания тока мало, они не влияют на горизонтальное ускорение стерж- ня, которое в этом случае постоянно и равно начальному. За время действия силы Ампера I = 0,1 с равноускоренно движу-

щийся стержень приобретет скорость u = *a,t —— Iвi g* кинети-

*т*

ческую энергию *Е„*

Отсюда: *I ——* 2mЛ

 -2 0 0,005

= 10 А.

*Blt* 0,1 0,1 0,1

*Ответ.’ I ——* 10 А.

1. *Возможное решение.*

Изменение кинетияеской энергии протона при двюкении про- тона в электрияеском поле конденсатора: ~~‘“~~ *= eU.*

В соответствии со вторым законом Ньютона, уравнение дви- жения протона в магнитном поле: = *Beu.*

Ретив систему уравнений, получаем *В ——*

*Ответ.’ В --* 34 мТл.

1. *Возможное решение.*

*2mU*

еЛ 2

* 1. Второй закон Ньютона для движения электрона по окруж-

ности в однородном магнтном поле *Beu -- *

* 1. Формула периода движения электрона по окружносји

*т -— “‘*

*и*

или*т -—*

*Be*

* 1. Формула для выяисления пути, пройденного электроном к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1°:

360

4. *Ответ. s ——* = 0,01 мм.

*B*-*e* 180

1. *Возможное решение.*
	1. Второй закон Ньютона для движения тела по окружности в

однородном магнитном поле: *Bqu ——*

*’ 2* или t› *В R R т*

* 1. Формула периода движения по окружности:

*т —-”* или*т -- Bq*

* 1. Формула для выяисления пути, пройденного телом массы *т*

к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1°:

е *т*

360

4. *Ответ. s —- Bq* 180 =1, 75 м.

1. *Возможное решение.*

Кинетическая энергия иона при входе в магнитное поле

2- *U,* (1)

где *т, и* и q — соответственно масса, скорость и заряд иона. В магнитном поле на ион действует сила Лоренца, перпенди- кулярная скорости иона и вектору магнитной индукции

fд = *quB, при;цпютэя* ему центростремительное ускорение ь,z

*aq --—*

Получаем: *qoB -- *

Решая систему уравнений (1) и (2), находим:

(2)

*т R2B2 \_* 4 10‘-2 25 10 '



=-5 10 7 кг/Кл.

g 21/ 2 10’

*Ответ.- ——*5 -10 кг/Кл.

*Ответ. В —-*

Л q 0, 2

2 10

-5 10 7 = 0,5 Тл.

*Вожожное решение.*

#### На шарик действуют три силы: сила тяжести, сила натяже- ния нити и сила Лоренца (см. рис.).



* 1. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси коорди- нат инерциальной системы отсчета, связанной с Землей:

*2*

Nsin п — *ев* ——

*N* сон *а — mg ——*0.

* 1. Выражая *N,* получим: *m-g*
	2. Так как Л = f sin п, получим *ответ.’ g -— — g —— —*

tgn =

1. *Ответ. т ——*

— *g—tgn*



1. *Возможное решение.*

Сила, действующая на заряд со стороны электрического поля, направлена противоположно вектору £. Велиина силы опре- деляется формулой f, = )q)£.

Сила Лоренца, действующая на заряд со стороны магнитного поля, направлена по правилу левой руки перпенднкулярно плоскости чертежа «от нас». Величина силы определяется формулой f, = )q *t›B* sin п. Величина результирующей силы

f —-, **+f,** .

f = )q) +(t›EBsin п) =

— 1,-5 10 '2 1200' + 10-’

*Ответ:* f -= 3,-7 10 9 Н.

19. *Ответ.’ F ==* 6,1- 1039 Н.

20. *Возможное решение.*

0,0-3

2 i

- 3,-7 10 9 Н.

#### 2

1. При пересечении рамкой границы области поля со скоро- стью г изменяющийся магнитный поток создает ЭДС индук-

д ~~'°~~  *GBb.* Сила тока в это время *I ——'* “’ ! *+вb*

Пpn этом возникает тормозящая сила Амгіера:

’А , равная по модулю внешней силе: N = НA .

1. Ток течет в рамке только во время изменения магнитного по- тока, т.е. при входе в пространство между полюсами и при вы- ходе. За это время рамка перемещается на расстояние х = 2b, а приложенная внешняя сила совершает работу *А —— F- х ——23b.*

#### Для сопротивления получим:

Л = 2ь› *В’Ь’* = 2 11 125 -10“ = 0,1 Ом.

*А* 2, 5 10‘ 3

*Ответ. R ——* 0,1 Ом.

21. *Ответ. В --*

*AR* 2,-5 10‘-3

0,1

2ub3 2 -1 125 10“

##### *Возможное решение.*

ЗДС индукции в проводнике, движущемся в однородном маг-

нитном поле ф= — АФ

Изменение магнитного потока за малое время Af равно

АФ = *BbS ,* где площадь AS определяется произведением дли-

ны проводника f на его перемещение Ar за время Af т.е. АФ = *BfAr* .

СледоватеЈlьно, )ф = *в -- Blu ,* где u — скорость движения

#### проводника.

В конце пути длиной х скорость проводника u = 2 *(а*

ускорение), так что )ф = *Bl2 ,* отсюда *В -—*

*Ответ.‘* 0,5 TJI.

1. *Ответ: I -—* = 1

= 0,5 TJI.

##### *Возможное решение.*

Выражение для модуля ЭДС индукции в случае однородного

= *q* = ~~’g '~~ , где *S* — площадь фиГ)/’]Э *z Bzz Bi-z t*

Закон Ома: *ф= IR,* где Л — сопротивление контура;

*I —-° —* ток в контуре за время At изменения магнитного ПОля.

Вьгражение для заряда, протекающего по цепи:

*bq —— Ibt ——---р(В —* Bce)

= 4,7 —-5 0,08 = 0, 7 Тл.

0,1

*Ответ: Вiz —* 0,7 Тл.

1. *"Ответ. bq -— Ibt —— *
2. *Возможное решение.*

0,1(4,7 — 0,7) - 0,08 Кл.

5

ЭДС индукции в кольце Д= —g .

Изменение магнитного потока за время AI: УФ *= b(BS) ,*

где S (площадь кольца) постоянна и равна *D*

*2*

4

Следователъно, )ф — *S*

По закону Ома для участка цепи *р = IR -— I* где

*\_ кd 2*

*s*

" 4

площадь поперечного сечения медного провода,

длина кольца / = яЯ.

#### Возникающий в проводнике индукционный ток

*I \_ bB Юd 2*

At l6p

l6fp

Отсюда диаметр медного кольца *D --*

#### Ответ. *D* < 0,2 м.

1. *Ответ.* dfI \_ 16fp

*it in:I 2 D*

1. *Вожожное решение.*

При изменении пронизывающего контур магнитного поля в проводящем контуре возникает ЭДС электромагнитной ин- дукции ф, а соответственно, и электрический ток. Согласно

закону Ома сила тока *i* =р ; согласно закону электромагнит- ной индукции ЭДС пропорциональна скорости изменения

магнитного пртока сквозь контур: ф= — dФ

di

В натем случае

Ф = *BS,* так что Д=

Следовательно, i = — *——р absю(bt) .*

Согласно полученной формуле сила тока в контуре колеблет- ся, и амплитуда этих колебаний г *sab*

Следовательно, S = ~~"~~ = 1,-2 35 -10°' — 2 - 10°' м'.

*ab* 6 -10 -' 3500

*Ответ.’*- *S ——* 2 10°' м'.

29. *Ответ.’ я \_ Sab \_* 2 -10" 6 10-' - 3500 = 1,2 Ом.

35 10"

1. *Возможное решение.*

Когда правый проводник покотся, на левый действует сила

Ампера Г- = *IBl,* где *I -- ~~"~~  —* индукщіонный ток, Л — со-

противление цепи, f — расстояние между рельсами. Посколь- ку силу Ампера надо уменьтить втрое, ЗДС индукции

*фq = -Вg t в* контуре надо в три раза уменьтить. Значит, скорость изменения плоідади, ограниченной контуром, также должна быть меньте в три раза. Отсюда следует, что правый

проводнт должен, как и левый, двигаться вправо, причем его скорость должна быть равна u = Г .

*Ответ:* о —— 2 Г .

3

1. *Ответ:* Правый проводннк должен, как и левый, двигаться вправо, причем его скорость должна бьпь равна 0,5 Г.
2. *Вожожное решение.*

При движении перемьшки в ней возникает ЭДС

Закон Ома для замкнутой цепи *abcd: I -- iïï \_ віи*

4Jt 4Jt

где Л — сопротивление перемычки *ab.*

Следовательно, *U —— ф*

*,Ответ.’ В ——* 4V

3/u“

1. *Ответ.- и* 4U

3JB

*—-I*

*R ———Blu .*

4

1. *Возможное решение.*

При изменении магнитного поля поток векгора магннтной ин- дукции Ф(I) = *B(t)Ѕ* через рамку площадью fi изменяется, что создает в ней ЭДС индукции ф. В соответствии с законом ин-

дукции Фарадея

#### ф= — ~~°'°~~  = — ~~"~~ fi. Эта ЗДС вызывает в рамке ток, сила ко-

торого определяется законом Ома для замкнутой цепи:

За время At по рамке пройдет заряд q = /Af и ЗДС индукции

совершит работу *А —- фq —- -*

#### в тепло.

*Ikt --* —/АФ, которая перейдем

#### Подставляя сюда выражения для силы тока и изменения пото- ка АФ = fiAB„ получим работу ЗДС индукции:

За время *bt = t, —-* 4c на участке графика *ab* изменение *bB = Be — В ——*1,2 Тл. На участке *bc* индукционньІй ток не воз- никает. На третьем участке *cd* And=/ —t,=Af, —4c и A8 = *B2* — *В, ——* —1,4 Тл, поэтому суммарное количество теплоты

# Oц:

a:' (",)+(")

Подставляя значения физических велиин, получим:

4,1 10-' 0,2 4 \_

3238 io—z - 3,-1 10 2 м'.

1, 2' + 1, 4 2

*Ответ: S ==* 3,1- 10‘2 м'.

*Возможное решение.*

3,4

При изменеиии магнитного поля поток вектора магнитной ин- дукции Ф(t) = *B(t)Ѕ* яерез рамку площадью fi = f 2 изменяет-

ся, что создает в ней ЗДС индукции @ В соответствии с зако-

#### ном индукции Фарадея ф= —~~°'°~~ = — ~~"~~ fi.

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи:

#### За время Af по рамке пройдет заряд g = /di *п* ЭДС индукции совершил работу *А —- фq —— —* °'° *Ikt ——* —fAФ, которая перейдет

в тепло.

Подставляя сюда выражения для силы тока и изменения пото- ка: АФ = ГАВ, получим работу ЗДС индукции:

#### За время А' =' = 2 с на первом участке *bB,= Be — В --* 0,6 Тл, а на втором участке An = ' —' = 8 с и АВ2 = *Bz — В,* -— —1,0 Тл, поэтому суммарное количество вьlделившейся теплоты

*Q —— А —— А,+ @ —-* г ( = )2+ ( =z )2

Отсюда находим сопротивление рамки:

Подставляя значения физических величин, получим:

4

0,1)

0,36+ 1



= 0,18 + 0,125 = 0,3 Ом.

10°’ 2 8

*Ответ. R ==* 0,3 Ом.

*Возможное решение.*

В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

*CU 2 LI 2 CU 2 LI 2 LI 2*

m m ИЛИ + у m

2 2 2 2 2

Из равенств следует:

*jz*

и —*с* = " .

В результате получаем: I = fp l— *U*

*2*

*Up 2*

*L Up 2*

Omaem. /= 4,0 мА.

1. *Ответ.- I —— I ——*5 мА.

*2*

1 — *U*

*Up 2*

1. *Возможное решение.*
	1. Судя по приведенным в таблице данным, в контуре наблю- даются гармонические электромагнитные колебания с перио- дом *Т ——* 8 мкс и амплитудой разности потенциалов на обклад- ках конденсатора *Ug ——*4 В.
	2. Согласно тем же данным, разность потенциалов на обклад- ках конденсатора изменяется по закону *U(t)-—Up* sin 
	3. Поскольку заряд g(i) = *CU(t)* на обкладках конденсатора со-

вершает гармонические колебания, а сила тока связана с заря- дом соотношением *I(t) ——q't ,* получаем

2 *CU+* сон

2

*т* GOS

что приводит к равенству *CUp -- Т I*

2в

* 1. Огсюда С = - 0,016 мкФ.

*Ответ. ==* 0,016 мкФ.

1. *Ответ: L ==* 0,1 мГн.
2. *Возможное решение.*
	1. Согласно закону сохранения энергии

*Lql z \_ LI 2 (t) 32*

 ~~',~~ где *I(t) н q(t) —* соответственно сила 2 2 + 2C

тока в контуре и заряд конденсатора в момент времени I,

*Ip —* амплитуда силы тока в контуре.

Огсюда: q 2 (/) = *LC(І 2р - 1 2 (t)).*

* 1. Согласно формуле Томсона период колебаний в контуре

*Т* ——2іі *LC.*

* 1. Объединяя 1 и 2, получим: q(I) = 
	2. Из графика находим: период колебаний *Т ——* 8 мкс, амплиту- ду силы тока в контуре *Iqp --* 0,6 А и силу тока в момент вре-

мени I = 3 мкс *I==* 0,4 А.

Вычисляем искомый за

*Ответ.’ q =-* 0,6 мкКл.

-8 10 6

ряп: ' 2 - 3,14

00,3366 —— 00,1166 - 0,6 мкКл.

*ПPимeчaнue для экспертов:* в данном случае сила тока в кон-

туре меняется по закону /(i) —— / sin Поэтому при

2 и q - 0,54 мкКл > 0,5 мкКл. В зави-

2

симости от хода решения оба ответа (0,5 и 0,d мкКл) могут бьггь верными.

1. *Ответ. q ==* 0,6 мкКл.

##### *Возможное решение.*

Период колебаний электрической энергии в контуре:

Циклическая частота колебаний электрической энергии в кон-

mнe:



Изменение циклической частоты:

 

Объедиияя (1) и (3), получаем:

 4C = 0,25 мкФ.

*bm LC,* + 2)2

*.Ответ. C2* 0,25 мкФ.

1. *Ответ.-* увеличилась на Ac› = -2
2. *Возможное решение.*

104 с°'.

В момет, когда сила тока в катушке равна нулю, заряд кон- денсатора находится из закона сохранения энергии:

1. *LIo’*
2. 2C

(1)

При быстром изменении емкости заряд не успевает изменить- ся, поэтому изменение энергии конденсатора:

 1 — t

(2)

2вС 2C 2tC *С ь*

Используя (1), находим АІГ=

0

2

с 6 0

*Ответ.- b W ——*

0

6

45. *Ответ.’ b W ——* 0,253/32a

1. *Возможное решение.*

Согласно закону сохранения энергии:

*CU 2 LI 2*

 

#### 2 2

*(С —* емкость конденсатора, *Up —* максимальное напряже- ние на конденсаторе).

Формула Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре:

*Т* ——2п *LC.* (2)

Формула, связывающая длину волны с периодом колебаний:

*Х - cT* (3)

(с — скорость света).

Максимальная напряженность поля конденсатора:

 

Решив систему уравнений (1Н 4), получим:

(4)

*Eq* 5 102 1 10‘3

3 - 0, 27 мА.

-2 3,1-4 -3 10' -3 10 6

*Ответ.* fqp == 0, 27 мА.

1. *Ответ: d ——* 1 мм.
2. *Возможное решение.*

Энергия заряженного конденсатора *Сi по* замыкания ключа К:

Заряд конденсатора *Сi:*

g = *С U.* (2)

Суммарная энергия заряженных конденсаторов после замьжа- ния ключа К:

*C,U,2+ CzU z2*

2 2

Так как процесс зарядки конденсатора C2 «роисходит медлен- но, нет потерь энергии на излучение, а следовательно, после замыкания клюиа К первоначальная энергия заряженного кон- денсатора *С в* новом состоянии равновесия распределяется между конденсаторами:

э' э1+ э2• (4)

Кроме того, выполняется закон сохранения заряда:

*q —— q + qz —— C U + C2* U2. *(5)*

Объединяя соотношения (1)--(5), получаем систему уравнений

*C,U2 —— СU * +C2 t/ 2

2'

*CiU* Ci t/ i + *CzU- z*

Решая эту систему, получаем

*\_ zU z*

*2U — U*

*Ответ. С ——* 0,5 мкФ.

1. *Ответ.* C2 - 2 мкФ.

*Возможное решение.*



Согласно рисунку, длина тени £ определяется высотой сваи *h* и углом у между сваей и сколыяіцим по ее вершине лучом света: Z = *h- іщ.* Этот угол является и углом преломления солнечньт лучей на поверхности воды. Согласно закону пре-



 \_ 1

#### 2s

sin ј \_ 1 l— sin' ј 4n' — 1

Следовательно, Ј = *h* 1 2 6

4n' —1 4 —1 5

9

0,8(м) .

*Ответ. L ==* 0,8 м.

*Ответ. а ——*arcsin - 28°.

1. *Возможное решение.*

На рисунке схематически изображено положение линзы, предмета и изображения на экране, образованного лучами, прошедшими через линзу.

Используя формулу для тонкой линзы

#### 1 1 1

*F“ f+ d*

где *d —* расстояние от линзы до предмета, *f—* расстояние от линзы до экрана, определяем фокусное расстояние линзы *р fd*

*f + d*

Как следует из подобия треугольников (см. рис.), увеличение

Г, даваемое линзой, определяется отношением Г =  — 5, что позволяет записать фокусное расстояние линзы в виде

 1 (1)

После перемещения экрана на расстояние / = 0,3 м для нового положения предмета и изображения можно записать выраже- ние для фокусного расстояния:

#### 1 1

(2)

где Г, = 3 — увеличение, даваемое линзой после пepe-

мещения экрана. Здесь *f* = *f — I —* расстояние от линзы до

экрана, а *d —* расстояние от линзы до предмета после пере- мещения экрана.

Исключая из уравнений (I) и (2)f получим фокусное расстоя- ние линзы- = /

Ошвепі.- = 0,15 м, или- = 15 см.

1. *ВОЗМОжное решение.*

В nepBoM случае для §зохусного расстояНия и увеличения

МОжно записаТь следующие §зормульІ:

1 1 1 *fd * *f + d*

г=  , где *d —* рассТояние оТ предмеТа до линЗЬІ, *f —* pac- сТОяНие оТ лиНЗЬІ Д,О Изображения, г — увеличение. СпедоВа- ТельНо, *f* —— 90 СМ, *d ——* 18 См. Пocne Toro как эхран и предмет передВинули, для HoBoro попожеНия предмеТа и изображения

можно записаТь: f *d*

; rдef *——f—* 30.

СледоВаТепьНО, *d ——* 20 GM И *bd -—* 2 см.

*Ответ. bd ——* 2 см.

1. *Возможное решение.*

Ход лучей через сисТему линз ИзображеН На рисунке:



Ha pHcyrixa scHO, uTo pacciosHHe *OS———F ——* 20 GM. PacCTOsH e OT HCTO9 xa ,go cO6 paioiiieii n H3bI *d —— —F +* (x2 — x ). Pac- GTOs He oT BTOpoii uiiH3bI JO HaO6pame HsfpaBHo xs —\*2

‹І›орМула ТонКОй сОбирающей

 i 1 1

1+ (‘2 I) 3 2 2

=> QoкycHoe рассТОяНие собирающей лиНЗЬІ

( ‘3

"2

‘3 1

1' .3 2 = 20 см.

*Omeem.’* 20 GM.

*BO3MOo+cuoe peuieuue.*

Ha piicyiixe Hao6pame xop nyueii repea cHcTeuy nHii3.



‹I›opMyna To xOii pacceHBaioi eii nHHasI c yueToM npaaiina ama-

**FOB -—**1**-P**1**—=-** 1

*d* w

Hcxouoe Qoxyc oe paccTosnHe *Fz: F,* ——(<›—< ) + *d ——*

z ' i — (<› — < ) H = 15 cc,I = —15 cc.

*Omaem. Fz* ———15 cc.

*BO3MOo+ciioe pemeiiue.*

MATHO

aHaueipoM 6

HAH, H@yiqHe oT npepueza, iiaxoneuierocs ma paccTOsHHH *d, co-* 6HpaioTcs ria paccTOsHHHf xOTopoe 6onsiue Qoxyciioro paccTOs- nits, H HOaTouy o6paaymT ma nne xe iisziio pxaMeipoM 6. Ha no-

oo6iis vpeyronsHHKOB HOJIyuaeM coOTiiouie iie: — =*f ~~\*~~* , a

*D f*

nocxonsxy *D -- —F ,* rue n — ovriociiTensiioe oznepcTiie, To

##### *ba f — F*

*F f*

H3 ‹}iopuynsI TOHKOH JIHH3hI

1 1 1

**-F—=—**

*f*

*d F*

**HaxO**,£(HM: *d --*



*f - F*

OTcx›na: *dv* = 

*Omaem. dz ——* 1,25 M.

1. *BO3MOoiciioe pemeiiue.*

-•/ -

*a6 dv*

*dz di* z

•l

= 1,25 M.



HAH, HpyipHe oT npeqMeTa, axopstqerocs ma paccTOsHHH *d, co-* 6HpaxiTcs ria paccTOsHiHf xOTopoe 6onsnie §ioxyc oro pacczoz- H8, H HOoToMy o6paaymT ma rtoe xe nsT o qHaMezpoM 6. He no- no6iis zpeyronsHHKOB nonyuaeM coOT oiue He:

— =*f ~~"~~  ,* a *nocsonus*y *D —— —,* TO

*D f*

H3 ‹}iopMynsI **TOHKOii** JIHH3$I

1 1 1

—

*f d F*

axoqHM'

*f d*

OTcx›na: f = *6nd* ——-5 10" M.

Omaem.I = 50 MM.

1. *BO3MOoic+toe pemeiiue.*

*a A C' x A'*

,f[nH y z ropriaOHTansiioro xaTeza *A'C'* HoO6pame iix axonrixi no

)iopMyne JIHH3I>I:

 1 1 1

-t- = —,

2F *+ a* 2f’ — x *F*

откуда z = *aF \_ а*

*F +а* 1 + *aD’*

*рунн:у у веуткияъноvо* катета *В’С’* изображения находим из подобия: *у = -а *

Площадь изображения

1 *А’С’*

2

* *В’С'*

*a 2*

2(1+ *aD)*

- 6, 6

см2 .

*Ответ.’ S, ==* 6,6 см2 .

1. *Возможное решение.*

*А а с*

*а W*

2J 2Г

Длину т горизонтального катета *А'С’изображения* находим по формуле линзы: + i

2F *—а* 23- + т Г-

Длину у вертикального катета *В’С'* изображения находим из

подобия: *у =а -*

2N + х *aF* \_ *а* \_ 2F *- а F — а* l *- aD*

Площадь изображения

1 *А'С'*

## 2

*В'С' --*

*a 2*

2(1 — *aD)*

- 9, 9 см2.

Ответ: 5', ъ 9,9 cм2.

*Возможное решение.*

* 1. При колебаниях маятника максимальная скорость груза u может бьпь определена из закона сохранения энергии: , где *А —* амплитуда колебаний (амплитуда смеще-

ния). Отсюда о = Л *—*

*т*

* 1. Максимальная скорость изображения к на экране, располо- женном на расстоянии *b* от линзы, пропорциональна скорости груза u, движущегося на расстоянии *а* от плоскости тонкой

*b*

*а*

* 1. Расстояние *а* определяется по формуле тонкой линзы:  откуда

*а -— b *

*b — F а F*

Следовательно, к

*а т а т F*

* 1. Подставляя в это выражение значения физических величин,

заданные условием задачи, получим к = *А*

*т F*

*Ответ.- и ——* 0,3 м/с.

*Возможное решение.*

При колебаниях маятника максимальная скорость груза ti мо- жет быть определена из закона сохранения энергии:

2

*-— mgh ,* где *h --* f(1 — cosn)= 2f sin

#### 2

2 О - f‹i2 — максималь-

#### 2 2

ная высота подъема груза. Максимальный угол отклонения п - *А , те А —* амплитуда колебаний (амплитуда смещения).

Отсюда *А -- -и —*

Амплитуда *А* колебаний смещения изображения груза на эк- ране, расположенном на расстоянии *b* от плоскости тонкой

линзы, пропорциональна амплитуде *А* колебаний груза, дви-

жущегося на расстоянии п от плоскости линзы: Ли *—— А b*

*а*

Расстояние *а* определяется по формуле тонкой линзы:  откуда

*а ——b* —1. Следовательно, Ли = *А*

*b — F а F а g а*

*Ai - А, —— и g F*

*Ответ: А ——* 0,15 м.