

**Б.Б.Буховцев, В.Д.Кривченков, Г. Я.
Мякишев, И.М.Сараева**

**Сборник задач по
элементарной физике**

Пособие для самообразования

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
Б11

- Б11 **Б.Б.Буховцев**
Сборник задач по элементарной физике: Пособие для самообразования / Б.Б. Буховцев, В.Д.Кривченков, Г. Я. Мякишев, И.М.Сараева – М.: Книга по Требованию, 2013. – 416 с.

ISBN 978-5-458-33004-6

Сборник задач по элементарной физике. Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука". М. 1974 г. Издание четвертое. 854 задачи. Настоящий сборник задач по физике составлен в соответствии с материалом, изложенным в "Элементарном учебнике физики" под редакцией академика Г.С. Ландсберга. Большинство задач значительно превосходит по трудности задачи, предлагаемые обычно учащимся средних школ. Все они снабжены подробными решениями. Часть задач сборника составляют переработанные задачи школьных олимпиад последних лет, которые проводились на физическом факультете Московского университета. Задачник может быть рекомендован для самообразования учащимся старших классов средних общеобразовательных школ, техникумов и специальных средних школ. Ряд задач может быть полезен для студентов первых курсов высших учебных заведений.

ISBN 978-5-458-33004-6

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНИЮ

Настоящее издание значительно переработано по сравнению с тремя предыдущими. Исключено большое количество простых задач и добавлены задачи повышенной трудности. Большая часть новых задач являются оригинальными. В издание включен также ряд задач школьных олимпиад последних лет, проводимых на физическом факультете Московского университета.

Авторы

ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Настоящий сборник задач по физике составлен на основе материала, изложенного в «Элементарном учебнике физики» под редакцией академика Г. С. Ландсберга. Поэтому содержание, уровень задач и характер расположения материала в основном соответствуют указанному учебнику. В сборник не включен раздел «Атомная физика», так как упражнения по этому вопросу в учебнике Ландсберга достаточно полно иллюстрируют изложенный материал. Отдельные задачи на данную тему включены в другие главы сборника.

При составлении сборника авторы уделяли большое внимание задачам повышенной трудности, требующим глубокого понимания основных физических законов и умения использовать их при самых разнообразных условиях. Все трудные задачи снабжены подробными решениями. Кроме того, в целях развития навыков и культуры решения физических задач некоторые более простые задачи также снабжены решениями.

Часть задач сборника составляют переработанные задачи школьных олимпиад, которые проводились на физическом факультете Московского университета. В переработанном виде включено некоторое количество задач из сборников для высшей школы. Большинство задач являются оригинальными.

Авторы

Глава I. МЕХАНИКА

§ 1. Кинематика равномерного прямолинейного движения

1. Идущая вверх по реке моторная лодка встретила сплавляемые по течению реки плоты. Через час после встречи лодочный мотор заглох. Ремонт мотора продолжался 30 мин. В течение этого времени лодка свободно плыла вниз по течению. После ремонта лодка поплыла вниз по течению с прежней относительно воды скоростью и нагнала плоты на расстоянии $S=7,5$ км от места их первой встречи. Определить скорость течения реки, считая ее постоянной.

2. Из Москвы в Пушкино с интервалом $t=10$ мин вышли два электропоезда со скоростями $v=30$ км/ч. С какой скоростью u двигался поезд, идущий в Москву, если он повстречал эти электропоезда через $\tau=4$ мин один после другого?

3. Завод, на котором работает инженер, находится за городом. Каждый раз к приходу поезда на станцию приезжает заводская машина, которая доставляет инженера на место работы. Однажды инженер приехал на станцию на час раньше обычного и, не дожидаясь машины, пошел на завод пешком. По дороге он встретил автомашину и приехал на завод на 10 минут раньше обычного. Сколько времени шел инженер до встречи с заводской автомашиной? (Решить задачу графически.)

4. Трое туристов, обладающих одним велосипедом, должны прибыть на базу в кратчайший срок (время оценивается по последнему прибывшему). Велосипед может взять лишь двоих, поэтому третьему туристу приходится сначала идти пешком. Велосипедист довозит второго туриста до некоторой точки дороги, откуда тот продолжает движение пешком, и возвращается за третьим. Найти среднюю скорость туристов, если скорость пешехода $v_1=4$ км/ч, а велосипедиста $v_2=20$ км/ч.

5. Почтовая связь между речными пристанями M и K осуществляется двумя катерами. В условленное время катеры отплывают от своих пристаней, встречаются, обмениваются почтой и возвращаются обратно. Если катеры отплывают от своих пристаней одновременно, то катер, выходящий из M , тратит на путь в оба конца 3 часа, а катер из K — 1,5 часа. Скорости обоих катеров относительно воды одинаковы. Определить графически, на сколько позже должен отплыть катер из M после отплытия катера из K , чтобы оба катера находились в пути одно и то же время.

6. Используя условия предыдущей задачи, определить скорость катеров относительно воды, скорость течения реки и место встречи катеров в случае, если они отплывают от своих пристаней одновременно. Расстояние между пристанями равно 30 км.

7. От пристани C к пристани T по реке плывет со скоростью $v_1 = 3$ км/ч относительно воды весельная лодка. От пристани T к пристани C одновременно с лодкой отходит катер, скорость которого относительно воды $v_2 = 10$ км/ч. За время движения лодки между пристанями катер успевает пройти это расстояние четыре раза и прибывает к T одновременно с лодкой. Определить направление течения.

8. Человек высотой h проходит в стороне от фонаря, висящего на высоте H над землей. Найти величину и направление скорости перемещения по земле тени от головы человека, если скорость человека равна v .

9. Две свечи, высоты которых в начальный момент были одинаковы и равны h , находятся на расстоянии a друг от друга. Расстояние между каждой свечой и ближайшей

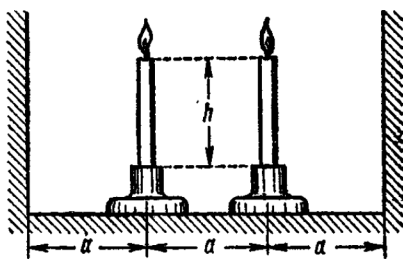


Рис. 1.

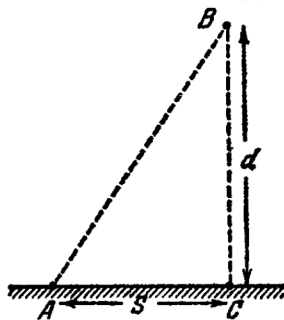


Рис. 2.

к ней стеной также равно a (рис. 1). С какой скоростью движутся тени от свечей по стенам, если одна свеча сгорает за время t_1 , а другая — за t_2 ?

10. Человек находится на берегу озера в точке A . Ему необходимо в кратчайшее время попасть в точку B , находящуюся на озере (рис. 2). Расстояние от точки B до берега $BC=d$, а расстояние $AC=S$. Скорость движения человека в воде v_1 , а по берегу v_2 ($v_2 > v_1$). Каким путем должен двигаться человек: плыть ли из точки A по прямой AB или пробежать по берегу некоторое расстояние и после этого плыть по направлению к точке B ?

11. По шоссе со скоростью $v_1=16$ м/с движется автобус, а человек находится на расстоянии $a=60$ м от шоссе и $b=400$ м от автобуса. В каком направлении должен бежать человек, чтобы выйти к какой-либо точке шоссе одновременно с автобусом или раньше него? Человек может бежать со скоростью $v_2=4$ м/с.

12. При какой наименьшей скорости человек (см. задачу 11) может встретить автобус? В каком направлении должен при этом бежать человек?

13. В данный момент автобус (см. задачу 11) находится в точке A и движется по прямому шоссе AE . Найти геометрическое место тех точек, где может находиться в настоящий момент человек, чтобы успеть сесть в автобус.

14. Человек на лодке должен попасть из точки A в точку B , находящуюся на противоположном берегу реки (рис. 3). Расстояние $BC=a$. Ширина реки $AC=b$. С какой наименьшей скоростью u относительно воды должна плыть лодка, чтобы приплыть в B ? Скорость течения реки v_0 .

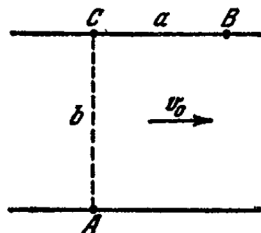


Рис. 3.

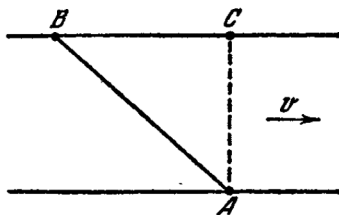


Рис. 4.

15. Из пункта A , расположенного на берегу реки, необходимо попасть в пункт B , двигаясь по прямой AB (рис. 4). Ширина реки $AC=1$ км, расстояние $BC=2$ км, максимальная скорость лодки относительно воды $u=5$ км/ч, а скорость течения реки $v=2$ км/ч. Можно ли проплыть расстояние AB за 30 минут?

16. По реке из точки A в точку B , находящуюся на противоположном берегу, вдоль прямой AB , образующей

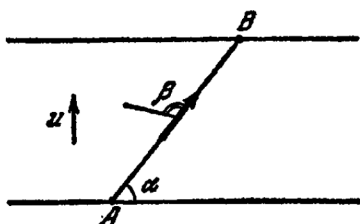


Рис. 5.

с линией берега угол α , плывет катер (рис. 5). Под прямым углом к берегу дует ветер со скоростью u . Флаг на мачте катера образует угол β с направлением движения катера. Определить скорость катера относительно берега. Можно ли по данным, приведен-

ным в условии задачи, определить скорость течения реки?

17. По пересекающимся под углом α дорогам движутся две автомашины с постоянными скоростями v_1 и v_2 . Определить величину и направление скорости одного автомобиля относительно другого. Через какое время после встречи на перекрестке расстояние между машинами будет равно S ?

18. Автомашины (см. задачу 17) не встретились на перекрестке, причем вторая машина проехала перекресток на промежуток времени τ позже первой. Каково было наименьшее расстояние между автомашинами?

19. Две пересекающиеся прямые движутся поступательно в разные стороны со скоростями v_1 и v_2 , перпендикулярными соответствующим прямым. Угол между прямыми равен α . Определить скорость точки пересечения прямых.

§ 2. Кинематика неравномерного и равнопеременного прямолинейного движения

20. Определить среднюю скорость и среднее ускорение точки за 5 и 10 секунд, если движение ее задано графиком скорости (рис. 6).

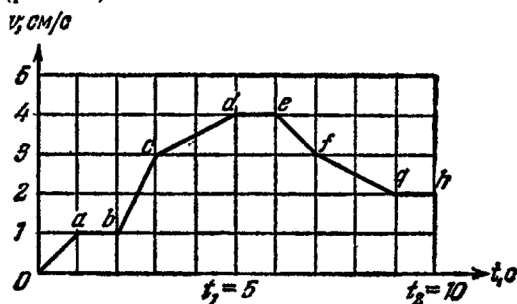


Рис. 6.

21. Человек, стоящий на крутом берегу озера, тянет за веревку находящуюся на воде лодку. Скорость, с которой человек выбирает веревку, постоянна и равна v . Какую скорость будет иметь лодка в момент, когда угол между веревкой и поверхностью воды равен α ?

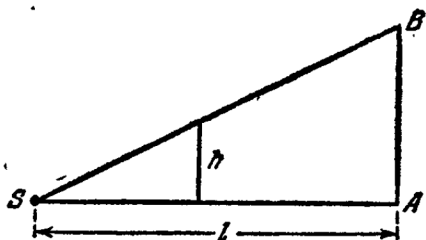


Рис. 7.

22. Точечный источник света S находится на расстоянии l от вертикального экрана AB . От источника к экрану по прямой SA движется поступательно, с постоянной скоростью v непрозрачный предмет высоты h . Определить мгновенную скорость перемещения верхнего края тени предмета по экрану (рис. 7).

23. Координата точки, движущейся прямолинейно вдоль оси x , меняется со временем по закону $x = 11 + 35t + 41t^2$ (x измеряется в см, а t — в секундах). Определить скорость и ускорение точки.

24. Демонстрационная тележка двигалась вдоль длинной линейки с постоянным ускорением. В момент, когда секундомер показывал $t_1 = 7$ с, тележка находилась против отметки $x_1 = 70$ см, в момент $t_2 = 9$ с — против отметки $x_2 = 80$ см и при $t_3 = 15$ с — против отметки $x_3 = 230$ см. С каким ускорением двигалась тележка?

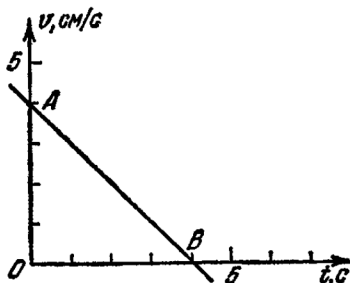


Рис. 8.

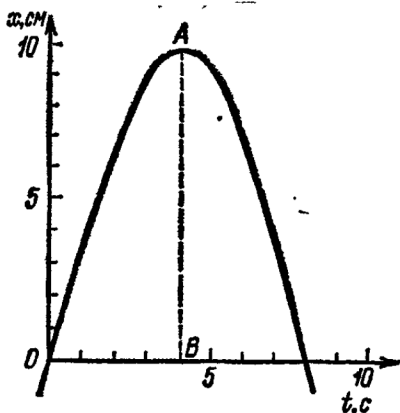


Рис. 9.

25. На рис. 8 и 9 изображены: график скорости тела и график изменения координаты тела (парабола) в зависимости от времени. Начало отсчета времени на обоих

графиках совпадает. Одинаковые ли движения изображены на этих графиках?

26. Пункты A и B расположены на расстоянии $l=4$ км друг от друга. Из пункта A по направлению к пункту B выехал автомобиль, который двигался все время равномерно. Одновременно навстречу первому из пункта B с начальной скоростью $v_0=32$ м/с выехал автомобиль, движущийся с постоянным ускорением $a=0,2$ м/с², направленным все время так же, как скорость первого автомобиля. Известно, что в пути автомобили два раза обгоняли друг друга. В каких пределах лежит скорость первого автомобиля?

27. С высоты H на упругую горизонтальную подставку свободно падает шарик. Построить график изменения координаты и скорости шарика в зависимости от времени, считая, что временем соударения можно пренебречь. Удар абсолютно упругий.

28. На упругую плиту свободно падают стальные шарик. Первый падает с высоты $h_1=44$ см, второй — спустя время τ после первого, с высоты $h_2=11$ см. Через некоторое время скорости шариков совпадают по величине и направлению. Определить время τ и промежуток времени, в течение которого скорости обоих шариков равны. Шарик между собой не соударяются.

29. За какое время тело, свободно падающее без начальной скорости, проходит n -й сантиметр своего пути?

30. С высокой башни друг за другом бросают два тела с одинаковыми по величине скоростями v_0 . Первое тело бросают вертикально вверх; спустя время τ бросают второе — вертикально вниз. Определить скорость тел друг относительно друга и расстояние между ними в момент времени $t > \tau$.

31. Три точки A , B и C в начальный момент времени расположены на одной горизонтальной прямой, на равных расстояниях друг от друга. Точка A начала двигаться вертикально вверх с постоянной скоростью v , а точка C — без начальной скорости, вертикально вниз с постоянным ускорением a . Как должна двигаться по вертикали точка B , чтобы все три точки находились все время на одной прямой? Точки начинают двигаться одновременно.

32. Лифт движется с ускорением a . Пассажир, находящийся в лифте, роняет книгу. Чему равно ускорение книги относительно пола лифта, если лифт движется вверх? Если лифт движется вниз?

33. Два автомобиля выехали навстречу друг другу из городов A и B с одинаковыми по величине скоростями и

одинаковыми по величине ускорениями, равными a . Ускорение автомобиля, выехавшего из A , было все время направлено в A , а выехавшего из B — направлено в B . На сколько позже выехал один из этих автомобилей, если третий автомобиль, двигавшийся все время с постоянной скоростью v_1 , присутствовал при обеих встречах первых двух автомобилей?

34. В лифте, движущемся с ускорением a , с высоты H над полом человек роняет шарик. Через время τ после начала падения шарика ускорение лифта меняет знак, а через время 2τ становится равным нулю. После этого шарик касается пола. На какую высоту от пола лифта подскочит шарик после удара? Удар считать абсолютно упругим.

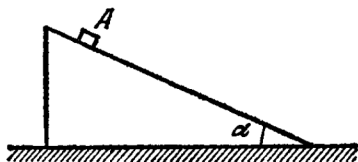


Рис. 10.

35. На клин, плоскость которого составляет угол α с горизонтом, положили тело A (рис. 10). Какое ускорение необходимо сообщить клину в горизонтальном направлении, чтобы тело A свободно падало вертикально вниз?

§ 3. Кинематика криволинейного движения

36. Маленький тяжелый шарик брошен горизонтально с начальной скоростью v_0 . Найти нормальное и тангенциальное ускорения шарика через время τ после начала движения.

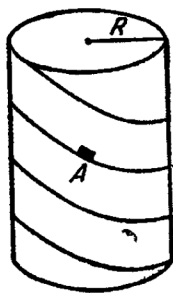


Рис. 11.

37. Найти величину ускорения тела A , соскальзывающего без начальной скорости по винтовому желобу с шагом h и радиусом R , в конце n -го витка (рис. 11). Трением пренебречь.

38. Скорость течения реки возрастает пропорционально расстоянию от берега, достигая своего максимального значения v_0 на середине реки. У берегов скорость течения равна нулю. Лодка движется по реке таким образом, что ее скорость u относительно воды постоянна и перпендикулярна течению. Найти расстояние, на которое будет снесена течением лодка при переправе, если ширина реки s . Определить также траекторию лодки.

39. Два рельса скреплены под прямым углом друг к другу. По этим рельсам движутся две тележки, скрепленные между собой шарнирно стержнем длины l . Тележка A

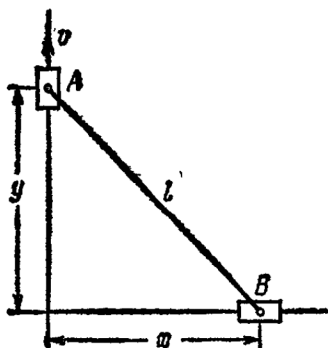


Рис. 12.

(рис. 12) начинает движение из точки пересечения рельсов и движется равномерно вверх со скоростью v . Определить закон движения и скорость тележки B .

40. Тело брошено с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту. Сколько времени длится полет? На каком расстоянии от места бросания упадет тело? При каком значении угла α дальность полета тела будет максимальной?

На какой высоте тело будет через промежуток времени t после начала движения? Какую скорость будет иметь тело по величине и направлению в этот момент времени? Считать t большим, чем время подъема тела до максимальной высоты. Сопротивлением воздуха пренебречь.

41. Найти траекторию движения тела, брошенного под углом к горизонту (см. задачу 40).

42. Необходимо с земли перебросить мяч через вертикальную стенку высоты H , находящуюся на расстоянии S (рис. 13). При какой наименьшей начальной скорости это возможно? Под каким углом α к горизонту должна быть в этом случае направлена скорость?

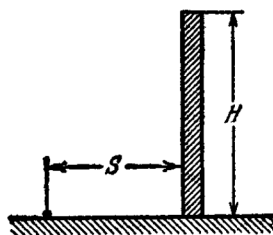


Рис. 13.

43. Испытание осколочной гранаты производится в центре дна цилиндрической ямы глубины H . Образующиеся при взрыве осколки, скорость которых не превышает v_0 , не должны попадать на поверхность земли. Каким должен быть минимальный диаметр D ямы?

44. Тело брошено в воду с крутого обрыва высотой H . Начальная скорость тела составляет угол α с горизонтом и равна v_0 . На каком расстоянии от берега упадет тело? Через какое время после начала движения тело окажется на высоте h над водой? Какова скорость тела в момент падения в воду?