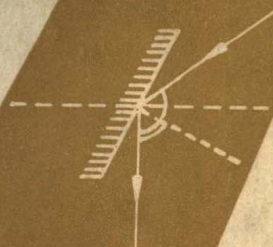
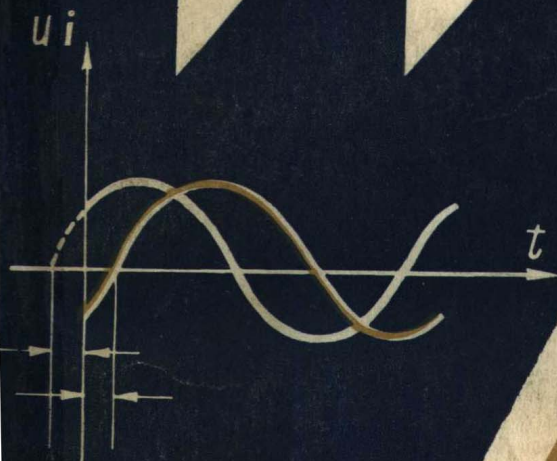


数理化竞赛丛书

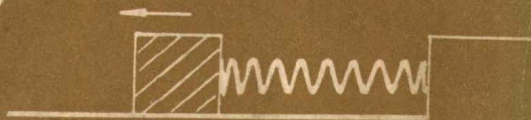
# 中学物理竞赛题解

全国中学数理化竞赛委员会 编

1999



ZHONGXUE  
WULI JINGSAI  
TITIE



科学普及出版社

## 内 容 提 要

1979年我国首次举办了中学物理竞赛。本书汇集了已经举行过竞赛的二十三个省、市、自治区的全部竞赛试题和经过修订补充、择优采用的参考解答。北京大学沈克瑞教授为本书撰写了前言。

本书适合于中学物理教师、学生和対物理有兴趣的读者阅读参考。

封面设计：突 桂 芳

### 数 理 化 竞 赛 丛 书 中 学 物 理 竞 赛 题 解 ( 1 9 7 9 )

全国中学数理化竞赛委员会 编

\*

科学普及出版社出版(北京白石桥紫竹院公园内)  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
机械工业出版社印刷厂印刷

\*

开本：787×1092毫米 $1/32$ ·印张：14 $1/8$ ·字数：312千字

1980年10月第1版·1980年10月第1次印刷

印数：1—395,000册 定价：1.20元

统一书号：13051·1098 本社书号：0108

## 前 言

物理学是自然科学领域中一门重要的基础学科，它在我国实现社会主义四个现代化的过程中有着重要的作用。现代化的工业、农业、国防和科学技术的任何部门中都要用物理学的原理和实验技术。在当前这个时代，科学技术已广泛渗透到各个生产部门和日常生活的各个方面，因而，作为一个具有现代文明的国家的公民，在工作和生活中都不可避免地要用到物理学知识。即使是搞文学的人，要写有关四化的文学作品，也必须具有一定的科学技术知识，才能写得贴切、深入，否则还可能闹出笑话。因此每个中学生，不管将来准备学什么学科或从事什么工作，都要学习物理学，而且应该学好。

一年多来，各省、市、自治区在中学生中较普遍地开展了物理竞赛活动，在提高学生学物理的积极性和中学物理课的教学质量上起了一定的促进作用，是有成绩的。虽然有些地方曾出现层层竞赛选拔、有关师生负担过重的缺点（这个只要在工作安排中加以注意是可以克服的），物理竞赛作为学生课外科技活动的一种，适当地开展，对提高中学生学习质量和活跃学习空气是有益的。各地在出竞赛试题时花了很大气力，考虑了物理学的特点，注意考查学生对基本原理和基本概念的掌握与运用能力，既有基本题，又有一些综合性的题，还出了一些与实验有关的题。部分地方还让学生进实验室来考查他的实验工作能力。科普出版社收集了这些试题

和解答，整理出版，这对于中学生学习物理学会有一定的帮助。但是，应该看到：一、任何一个试题，都可以从不同角度用不同方法去处理它，本书中的解法既不是唯一正确的，也不一定是最好的。二、解题的思路在解题过程中本是最重要的，但在写成书面解答时，因限于篇幅，有时不能详细地把它表达出来，这就要求读者自己去补充。三、这些解答是很多同志写的，风格并不一致，有简有详，由于这对正确理解内容关系不大，没有求其一律，也不应该要求一律。

关于中学同学怎样学好物理学，我想再谈几点意见，供中学同学参考。

一、要抓住基本概念、基本原理与定律，在中学水平许可的范围内把它们真正弄懂，并在弄懂的基础上记住。为了正确地理解和掌握基本概念和基本原理，需要做习题，通过习题，可以发现自己理解上的错误，加深理解和提高分析问题、解决问题的能力。为此，在做习题时，一定要做到思路清楚，逻辑推理严格。首先要弄清你面临的是什么样的物理现象？这种现象遵守什么物理规律？你所选原理的适用条件在本题中是否能满足？在这个物理现象中应该考虑那几个物理量？它们之间存在什么关系？然后着手列出方程式和进行运算。切忌拿到题就找公式套。在解题的每一步都要有明确的理由，合乎逻辑。对最后得出的结果要进行分析、判断：结果是否合理？是否在不同条件下结果不一样？有余力时还可以考虑一下，如果题设条件有所改变，处理方法与结果应如何改变。这样，通过做习题可以真正达到提高理论水平和分析能力的目的而获得较大的收获。目前，在不少同学中有一种不利于学好物理学的倾向，就是不求甚解，拚命做题，多多益善，分“类型”，死记硬背，结果脑子里塞了一大堆东

西而并未真正把基本概念和基本原理掌握好。不少大学教普通物理的老师反映，这两年入学新生中，不少人会做某些较难的题（因为过去做过），但物理概念不清，比较简单的基本概念题反而出错，对于没有做过的“类型”的题则往往感到不知如何下手。所以，那种盲目追求多做题，死记“类型”的办法是个害人的办法，不仅加重学生的负担，而且培养了一种错误的学习方法与习惯，学得死，进大学后还要花大力气进行纠正。这种办法，即使能应付考试于一时，也只是个花架子。它不能解决实际问题，因为实际工作中遇到的问题往往不属于某种“类型”。所以，一定要扭转这种倾向，才能真正提高自己的物理水平，获得有用的知识。现在社会上各种习题集、习题解答、试题解答等很多，对学习可能有些帮助。但是必须正确对待它们，不要被它们牵着鼻子走，搞得十分被动，而是要有选择地适当地加以利用。做题不要多，关键要搞透。对于本书，也应该采取这个态度。

二、物理学是一门实验科学，学习物理学理论必须与实验互相配合。目前我国中学物理实验条件较差，甚至有的学校基本上没有实验仪器，这是一个很大的缺陷。无论竞赛试题，或是大学入学试题，都限于条件不大可能考实验。但是要真正学好物理，必须设法做实验，包括利用简单仪器和日常生活用品做点简单的实验。即使比较简单，学生也会从中得到启发，比不做强得多。还应该根据条件积极开展课外科技小组活动，结合这些活动学习一些有关的物理知识，这对使学生生动活泼、主动地得到发展是十分有利的。

三、如前所述，物理学在各门科学技术中都有广泛的应用，扩大学生的知识面，包括接触一些尖端科学技术的知识，对于学好物理学也是一个必要的基础。有了较宽阔、较丰富

的知识面，学生在学习物理学时思想就会比较活跃，脑子里有许多待解决的疑问和想法，求知欲大大增强。如果这些能与课堂教学内容结合起来，一定会学得更为深刻与巩固。这种知识面的扩大可以通过有组织的、集体的课外科技活动得到，也可以通过个人活动得到。最重要的是调动学生的自觉性和积极性，充分发挥主观能动作用，主动地从科普刊物、小册子以及报纸上学习，在日常生活中有意识地观察各种自然现象，包括物理的、化学的、生物的、地学的、工程的以及农业的现象，进行分析，提出问题。至于解决问题则只能尽力而为，能解决到什么程度就解决到什么程度。这种感性认识对于学习理论知识会有很大作用，对于培养一个立志献身四化、思想活跃的青年也是必要的，要充分予以重视。

后面这两点在考题中很难反映，但对学好物理学有重要作用，希望中学同学们不仅要注意学好书本知识，而且要能跳出那个圈子，到更为广阔的客观世界和科技天地中去探求知识，以便学得更好，使自己成长为一个能适应祖国四化需要的社会主义建设人才。

**沈克琦**

一九八〇年三月于北京

## 出版说明

一九七九年中学物理竞赛，是由教育部、共青团中央和全国科协联合发起、由各省、市、自治区分别举办的。这样的竞赛建国以来还是第一次。竞赛对促进广大学生学习物理的积极性，提高中学物理的教学水平，起了一定积极作用。

本书汇编了已经举办过竞赛的、由二十三个省、市、自治区竞赛委员会分别命题的全部竞赛试题。书中的物理量符号一般采用现行中学课本中常用的符号，物理量单位则一般采用我国正在推广使用的国际单位制（SI制）单位。

试题的题解，是在有关省、市、自治区竞赛委员会参考题解的基础上，经补充修订，择优采用。由于物理试题往往可以通过不同思路、不同方法取得相同的结果，我们希望读者不要把本书所列的解法作为标准的、最佳的解法，而要积极思考，研究更好的解题方法和步骤。

在本书的编辑过程中，得到有关方面，特别是教育部普教司，各省、市、自治区竞赛委员会和全国竞赛委员会筹备组的大力支持和协助，北京大学沈克琦教授为本书撰写了前言并终审本书。张继恒、焦树霖、陈春雷、刘千捷、戴佑信等同志在汇编审阅本书初稿时作了大量工作，谨致谢意。

恳切希望读者对本书编辑出版工作中可能存在的错误和不当之处给予指正。

## 目 录

- 一、北京市中学物理竞赛题解 ..... ( 1 )
- 二、天津市中学物理竞赛题解 ..... ( 21 )
- 三、河北省中学物理竞赛题解 ..... ( 48 )
- 四、山西省中学物理竞赛题解 ..... ( 73 )
- 五、内蒙古自治区中学物理竞赛题解 ..... ( 87 )
- 六、黑龙江省中学物理竞赛题解 ..... (111)
- 七、辽宁省中学物理竞赛题解 ..... (133)
- 八、山东省中学物理竞赛题解 ..... (153)
- 九、上海市中学物理竞赛题解 ..... (168)
- 十、江苏省中学物理竞赛题解 ..... (182)
- 十一、安徽省中学物理竞赛题解 ..... (196)
- 十二、浙江省中学物理竞赛题解 ..... (214)
- 十三、福建省中学物理竞赛题解 ..... (243)
- 十四、湖北省中学物理竞赛题解 ..... (265)
- 十五、湖南省中学物理竞赛题解 ..... (295)
- 十六、广东省中学物理竞赛题解 ..... (305)
- 十七、广西壮族自治区中学物理竞赛题解 ..... (316)
- 十八、宁夏回族自治区中学物理竞赛题解 ..... (334)
- 十九、甘肃省中学物理竞赛题解 ..... (356)
- 二十、新疆维吾尔自治区中学物理竞赛题解 ..... (376)
- 二十一、四川省中学物理竞赛题解 ..... (397)
- 二十二、贵州省中学物理竞赛题解 ..... (413)
- 二十三、云南省中学物理竞赛题解 ..... (432)



## 一、北京市中学物理竞赛题解

一、下列各题中，每题附有四个答案。选择一个正确的，将答案号填在题末的括号内。

1. 将平行板电容器的两个极板分别与电池的正负极相连。如果使两极板间的距离逐渐增大，则

- (1) 电容器的电容将增大。
- (2) 两极板间的电场强度将增大。
- (3) 每个极板上的电量将增大。
- (4) 电容、电量和两极板间的电场强度都将减小。

【解】 (4)

2. 当加在光电管两极间的正电压足够高时，光电流会达到一个稳定值，这个稳定值叫饱和光电流。要想使饱和光电流增大，需增大照射光的

- (1) 波长。(2) 强度。(3) 频率。(4) 照射的时间。

【解】 (2)

3. 如图 1-1 所示，一根通有电流  $I_1$  的很长的直导线与一个通有电流  $I_2$  的矩形导线框在同一平面内。电磁作用将使线框

- (1) 向着直导线平动。
- (2) 背离直导线平动。

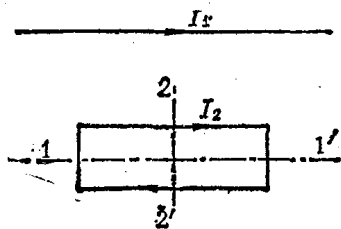


图 1-1

(3) 绕轴  $11'$  转动。

(4) 绕轴  $22'$  转动。

【解】 (1)

4. 一个电热器接在 10 伏特的直流电源上, 产生一定大小的热功率。把它改接到交流电源上, 要使产生的热功率是原来的一半, 如果忽略电阻随温度的变化, 则电源电压的峰值应等于

(1) 5.0 伏特。(2) 7.1 伏特。(3) 14 伏特。(4) 10 伏特。

【解】 (4)

5. 如图 1-2 所示, 在倾角为  $\alpha$  的斜面上, 放一质量为  $m$  的小球, 小球被竖直的木板挡住。如果球与斜面及球与木板间的摩擦力均可忽略不计, 则球对斜面的正压力是

(1)  $mg\cos\alpha$  (2)  $mg\tan\alpha$  (3)  $mg/\cos\alpha$  (4)  $mg$

【解】 (3)

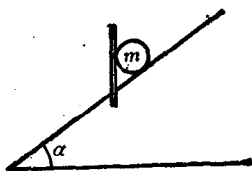


图 1-2

6. 有两个斜抛物体, 它们的初速度大小相同, 方向倾斜向上, 与水平地面所成的角度分别为  $45^\circ + \alpha$  和  $45^\circ - \alpha$ , 在空气阻力可以忽略不计的情况下, 它们的水平射程之比是

(1)  $(\cos\alpha - \sin\alpha) : (\cos\alpha + \sin\alpha)$

(2)  $(\cos\alpha + \sin\alpha) : (\cos\alpha - \sin\alpha)$

(3) 1 : 1。 (4)  $\sin 2\alpha : \cos 2\alpha$

【解】 (3)

7. 用绝热活塞  $P$  把一绝热容器隔成容积相等的两部分。先用销子  $S$  把活塞销住，将质量和温度都相同的氢气和氧气分别充入容器的两部分，如图 1-3 所示。然后提起销子  $S$ ，使活塞可以无摩擦地移动，当活塞平衡时，

- (1) 氢的温度将低于氧的温度。
- (2) 氢的温度将高于氧的温度。
- (3) 氢的温度和氧的温度都低于原来的温度。
- (4) 氢的温度和氧的温度都等于原来的温度。

【解】 (1)

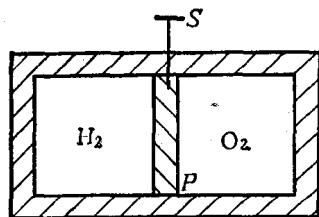


图 1-3

8. 在天平的两盘中各放一只盛有水的烧杯，天平恰能平衡。将质量相等的铅块和铝块各用一根轻而细的线系牢，分别放入两只烧杯中，并使它们全部没入水中，而水并未溢出。在下述四种情况中，哪一种情况会破坏天平的平衡？

- (1) 放手使铅块和铝块都沉在杯底。
- (2) 用手提住两根线，使铅块和铝块都不和杯底接触。
- (3) 把两根线都挂在天平的挂钩上，使铅块和铝块都不和杯底接触。
- (4) 使铅块沉在杯底，并把系铝块的线挂在天平的挂钩上。

**【解】 (2)**

**五、解答下列问题：**

1. 图 1-4 是激光器中用到的一种谐振腔的示意图。谐振腔由两块共轴放置的凹面反射镜  $M_1$  和  $M_2$  构成。平行于光轴的光线  $a$  能在  $M_1$  和  $M_2$  之间来回反射。已知  $M_1$  和  $M_2$  的焦距都等于  $f$ 。

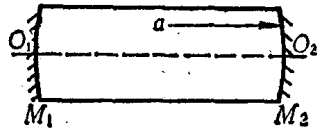


图 1-4

(1) 两凹面镜的顶点  $O_1$  和  $O_2$  之间相距多远？在图中标出两凹面镜的焦点  $F_1$  和  $F_2$ 。

(2) 在图中画出光线  $a$  和被两凹面镜反射的光路图。

**【解】 (1)**  $O_1$  和  $O_2$  相距  $2f$ ， $M_1$  和  $M_2$  共焦点（见图 1-5）。

(2) 单从几何光学的角度考虑， $O_1$  和  $O_2$  相距  $f$  时，光线  $a$  也可在  $M_1$  和  $M_2$  之间来回反射（图 1-6）。

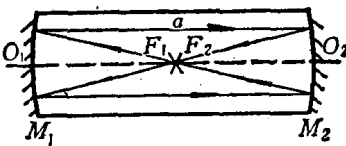


图 1-5

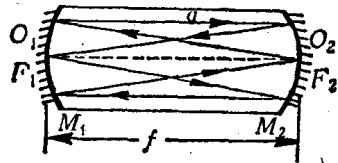


图 1-6

2. 在一竖直平面内，沿不同方向放置一些长短不同的狭槽。这些狭槽的上端在同一点  $P$ ，下端都在以竖直狭槽  $PQ$  为直径的圆周上，如图（1-7）所示。试证明：物体从静止开始沿不同狭槽从  $P$  点无摩擦地滑到下端所需的时间都相等。

**【解】** 设质量为  $m$  的物体，沿与竖直方向成任一角度  $\alpha$  的狭槽  $PK$  滑下。若直径  $PQ = d$ ，则狭槽  $PK$  的长度

$s = d \cos \alpha$ 。物体沿狭槽  $PK$  下滑时受两个力：重力  $mg$  和支持力  $N$ 。重力  $mg$  可分解为垂直于狭槽方向的分量  $R$ （见图 1-8）和平行于狭槽方向的分量  $F$ 。在垂直于狭槽的方向上，物体无加速度，所以合力为零，即  $N = R$ 。在平行于狭槽的方向上，物体仅受一个力，即  $F = mg \cos \alpha$ 。

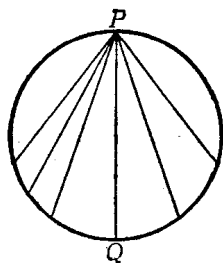


图 1-7

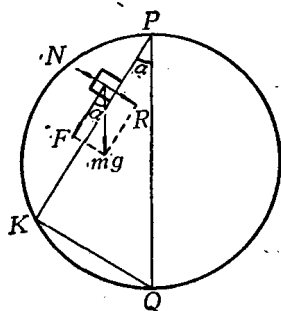


图 1-8

设物体沿狭槽下滑的加速度为  $a$ ，则根据牛顿第二定律有：

$$F = mg \cos \alpha = ma,$$

$$\therefore a = g \cos \alpha。$$

设物体由  $P$  滑到  $K$  所需的时间为  $t$ ，则根据初速度为零的匀加速直线运动公式  $s = \frac{1}{2}at^2$ ，将  $s$  和  $a$  的值代入此式，即得

$$d \cos \alpha = \frac{1}{2}(g \cos \alpha)t^2,$$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{2d}{g}}。$$

上式表明， $t$  只由  $d$  和  $g$  决定，而与角  $\alpha$  的数值无关。这就证明了物体从静止开始沿不同狭槽从  $P$  点滑到下端所需

的时间都相等。

3. 使用电桥时常会发生断线故障。图 1-9 所示为一电桥电路。设有一根导线断了。试就下列几种情况，分别判断这根断线在哪一段电路中：

(1) 当滑动头  $C$  由电阻的  $A$  端滑向  $B$  端时，电流计指针的偏转角由零逐渐增大。

(2)  $C$  点在  $AB$  间无论怎样滑动，电流计指针都不偏转。这时用一伏特计连在  $CD$  间，发现伏特计指针有偏转。

(3) 电流计的情况同 (2)，但连在  $CD$  间的伏特计指针不偏转。

【解】 (1)  $BD$  段。(2)  $CD$  段。(3)  $AE$  段或  $BE$  段。

4. 一个  $\alpha$  粒子击中一个硼核 ( ${}^{11}_{5}\text{B}$ )，发生核反应时放出一个质子和 0.75 兆电子伏特能量 (1 电子伏特 =  $1.6 \times 10^{-19}$  焦耳)。

(1) 写出核反应方程。

(2) 求反应过程中的质量亏损。

【解】 (1)  ${}^{11}_{5}\text{B} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^1_1\text{H} + 0.75 \text{兆电子伏特}$ 。

(2) 设质量亏损为  $\Delta m$ ，则根据  $E = \Delta mc^2$  可计算出

$$\begin{aligned} \Delta m &= \frac{E}{c^2} = \frac{0.75 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{(3.0 \times 10^8)^2} \\ &= 1.3 \times 10^{-30} \text{ (千克)}. \end{aligned}$$

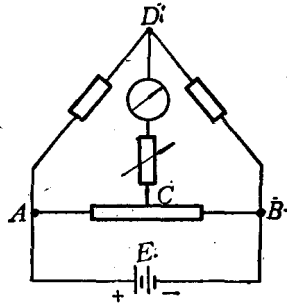


图 1-9

5. 在图 1-10 (a) 和 (b) 中, 用虚线框住的区域内都有光学元件,  $S$  为入射的单色平行光束,  $S'$  为出射的光束,  $S$  中画单箭头和画双箭头的射线, 分别与  $S'$  中画单箭头和画双箭头的射线一一对应。现有图 1-10 (c) 所示的四个光学元件, 试确定哪些应放在图 1-10 (a) 的方框中, 哪些应放在图 1-10 (b) 的方框中, 画出元件的位置和光路图。

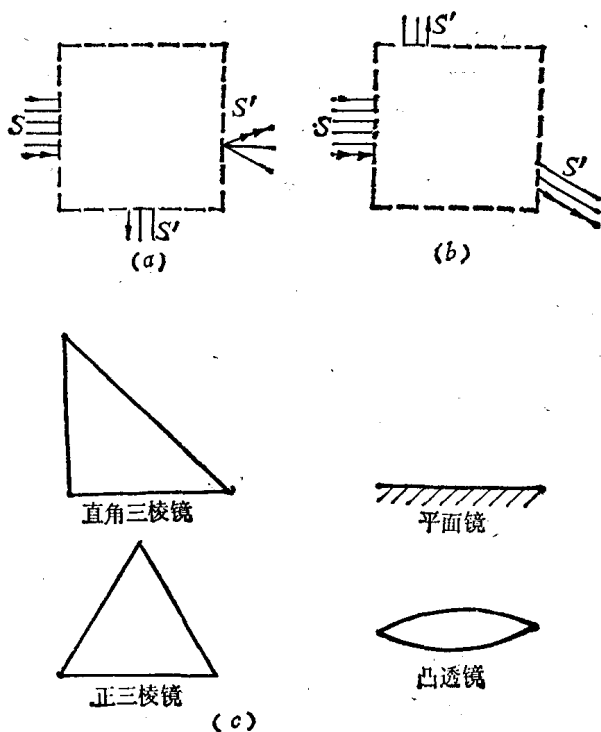


图 1-10

【解】

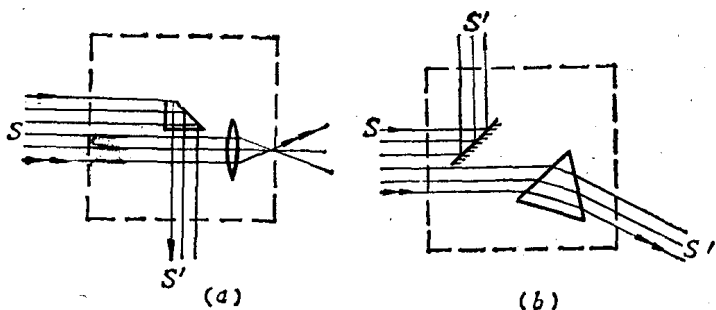


图 1-11

6. 甲、乙两辆汽车沿同方向行驶，当  $t = 0$  时，两辆车恰好相齐。它们的路程  $s$  (米) 随时间  $t$  (秒) 变化的规律如下：

甲车  $s_1 = 10t$ ；

乙车  $s_2 = 2t + t^2$ 。

(1) 在坐标图 1-12 中画出两车的速度图线。

(2) 根据图线确定两车在什么时刻速度相等。

(3) 什么时刻两车再次相齐？

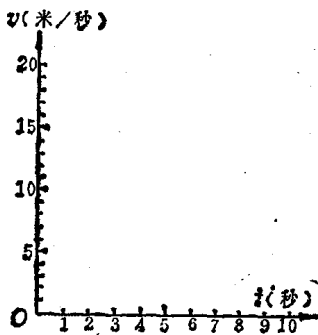


图 1-12

【解】 (1) 根据匀速直

线运动公式  $s = vt$  和匀加速直线运动公式  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ ，可以确定，甲车作匀速直线运动，乙车作匀加速直线运动。两车的速度  $v$  (米/秒) 随时间变化的规律分别是：

甲车  $v_1 = 10$  (米/秒)，



乙车  $v_2 = v_0 + at = 2 + 2t$  (米/秒)。

根据上列两式即可作出图线，如图 1-13 所示。

(2) 根据图线可确定，在  $t = 4$  秒时，两车的速度相等。

(3) 根据  $s_1 = s_2$  得方程  $10t = 2t + t^2$ ，解此方程即求得两车再次相齐的时间  $t = 8$  (秒)。

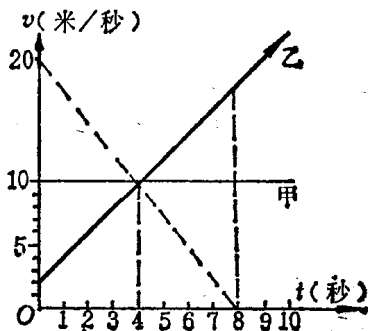


图 1-13

三、有四个相同的电池，每个电池的电动势都是  $\varepsilon$ ，内阻都是  $r$ ，将它们

分别按图 1-14 所示的三种方式连接，对同一负载电阻  $R$  供电。要想使负载电阻所得到的功率在按图 1-14 (a) 方式连接时比按另两种方式连接时都大， $R$  的阻值应在什么范围内？

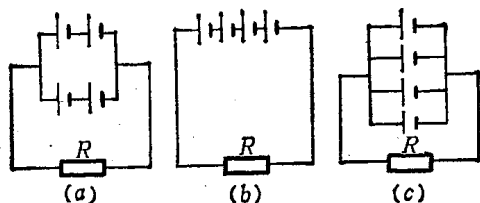


图 1-14

【解】 按图 1-14 (a) 的接法，通过  $R$  的电流为

$$I_1 = \frac{2\varepsilon}{R + \frac{2r}{2}} = \frac{2\varepsilon}{R + r}$$