

新课标

科学

竞赛

KEXUEJINGSAI

阶梯训练



XINKEBIAO

KEXUE JINGSAI  
JIETIXUNLIAN

浙江教育出版社

# 科学竞赛 阶梯训练

主 编	郭海平	卢志海	林 军	
副主编	陈灵松	金京生	林 军	金京生
编写者	陈灵松	张 斌	林 军	钟桂花
	洪慧丽	卢志海	郭海平	杨振彬
	张美卿	郑尚盛	陈丽雅	

XINKEBIAO

KEXUE JINGSAI  
JIETIXUNLIAN

新课标

浙江教育出版社

# 致读者

近几年来,全国各地的学校在抓日常教学外,比较关注的就是学科竞赛。无论是高中还是初中,大多数的学校都会派出最好的老师,组织学生进行学科竞赛的系统训练,以期能在各级学科竞赛中取得好成绩。

这是十分正常的。因为我国教育部有政策:凡在全国性高中学科竞赛中取得一等奖的学生,均可获得直升大学的机会,而国内的一流大学,也乐于按学生在竞赛中的成绩作为录取保送生的重要标准。不仅我国如此,世界上一些发达国家也有同样的做法。比如美国麻省理工学院,他们在招生时,就乐于招收那些在全国性的学科竞赛中获得过大奖的学生,而不管这些学生其他学科的成绩仅仅只有 80 分。事实上,学科竞赛已成为世界性的选拔优秀学生的一条重要途径。

从 2006 年起,浙江省将改原来的“自然科学”竞赛为“科学”学科竞赛,因为这是一门“新”学科的考试,因而会产生许多的新问题。为了帮助全省各地的学校和老师更好地进行“科学”学科的竞赛教学与训练,我们约请了浙江省中学科学教育分会组织全省各地教研员和优秀教师,共同编写了《新课标科学竞赛教程》(下称《教程》)和《新课标科学竞赛阶梯训练》(下称《阶梯训练》)两书。

这是互为配套的两本书。《教程》的性质是教科书,主要供各地老师进行竞赛辅导的系统教学。其设计理念是:从知识与能力、过程与方法以及情感态度价值观三维一体的目标出发,总结归纳“科学”学科的知识框架、能力体系。在此基础上,精选竞赛试题作精要分析,给学生以解题的示范。最后分块提供竞赛训练的全面试题。

《阶梯训练》则是一本供实战演练的操作性用书。它只分两块,一是例题精析,二是竞赛演练题。在例题精析方面,重在解题思路的点拨、解题规律的揭示以及解题表达的示范上。全书的重点在于训练题的选择与安排。由于本书作者是曾在历年浙江省自然科学竞赛中屡获团体一等奖的学校的竞赛教练员,这些习题可以说是他们多年教学的经验与体会,因此,本书对各地学校的竞赛训练教学具有相当的价值,做这些习题,定能取得事半功倍的效果。

希望各地学校和老师在使用过程中,能将发现的问题及时反馈给我们,以便修订与完善。



# 目

# 录

第一讲 声与光 .....	(1)
第二讲 热现象 .....	(10)
第三讲 运动与力 .....	(19)
第四讲 电与磁 .....	(29)
第五讲 功与能 能源 .....	(43)
第六讲 物质的组成、结构及分类 .....	(55)
第七讲 溶液 .....	(64)
第八讲 常见的单质和氧化物 .....	(74)
第九讲 酸、碱、盐及常见的材料 .....	(90)
第十讲 生命系统的构成层次 .....	(103)
第十一讲 生物的新陈代谢 .....	(111)
第十二讲 生命活动的调节 .....	(126)
第十三讲 生命的延续和进化 .....	(132)
第十四讲 人、健康与环境 .....	(145)
第十五讲 地球在宇宙中的位置 .....	(155)
第十六讲 人类生存的地球 .....	(164)
竞赛模拟卷一 .....	(177)
竞赛模拟卷二 .....	(184)
竞赛模拟卷三 .....	(191)
竞赛模拟卷四 .....	(198)
竞赛模拟卷五 .....	(204)
答案与提示 .....	(210)

# 第一讲 声与光

声音	发生	传播	乐音	噪音
光的直线传播	光速	介质	应用	
光的反射	反射现象	镜面反射	漫反射	反射定律 应用
光的折射	折射现象	折射规律	应用	
成像	实像	虚像	针孔成像	平面镜成像特点 凸透镜成像规律

关键  
术语



## 例题分析

例1 为了探究声的产生条件,甲、乙、丙、丁分别做了以下实验。

甲:放在钟罩内的闹钟正在响铃,把钟罩内的空气抽去一些后,铃声明显减小。

乙:使正在发声的音叉接触水面,水面溅起水花。

丙:吹笛子时,手指按住不同的孔便会发出不同的声音。

丁:在吊着的大钟上固定一支细小的笔,把钟敲响后,用纸在笔尖上迅速拖过,可以在纸上画出一条来回弯曲的细线。

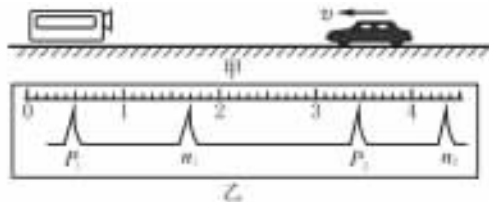
以上实验现象中,你认为能说明声的产生条件的是哪一个或哪几个?其他现象又分别说明了什么问题?

**分析与解** 本题考查了两方面的内容:一是声现象的有关知识,如声音是由物体振动产生的、传播需要物质等;二是怎样根据实验现象得出实验结论。甲是通过比较钟罩内的空气抽去前后(空气浓稀不同)铃声大小不同得出结论的;空气越稀薄,声音越弱,从而推理得出真空不能传声。乙是根据水面溅起水花推理出正在发声的音叉在振动,里边隐含对照实验(没有发声的音叉接触水面,没有溅起水花),说明声的产生条件是振动。丙是通过手指按住不同的孔(空气柱长度不同)进行比较实验的,根据声音音调的变化,得出空气柱长度不同,发声的频率不同。丁是根据笔在纸上画出一条来回弯曲的线推理出正在发声的大钟在振动,里边隐含对照实验(不敲响钟,在纸上得到的是一条直线),说

明声的产生条件是振动。

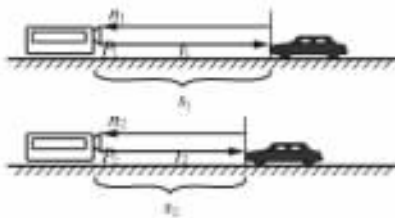
**答案** 说明声的产生条件的是乙和丁。甲说明声音的传播要依赖物质;丙说明不同长度的空气柱振动时发声的频率不同。

例2 图甲是在高速公路上用超声波测速仪测量车速的示意图,测速仪可以发出并接收超声波脉冲信号。根据发出信号和接收反射信号之间的时间差,测出汽车运动的速度。图乙中, $P_1$ 、 $P_2$ 是



测速仪发出的超声波信号, $n_1$ 、 $n_2$ 分别是 $P_1$ 、 $P_2$ 由汽车反射回来的信号。设测速仪匀速扫描, $P_1$ 、 $P_2$ 之间的时间间隔 $\Delta t=1.0$ 秒,超声波在空气中传播的速度是 $v=340$ 米/秒。若汽车是匀速行驶的,则根据图乙可知,汽车在接收到 $P_1$ 、 $P_2$ 两个信号之间的时间内前进的距离是\_\_\_\_\_米,汽车的速度是\_\_\_\_\_米/秒(保留三位有效数字)。

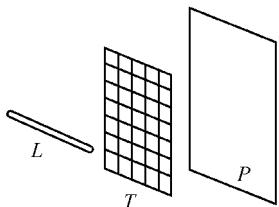
**分析与解** 这是声音传播方面的题目,要用到的知识有:声速、匀速直线运动公式。解题的关键是画出运动路线图(如图所示),并注意每个量之间



的对应性。从刻度尺上可以看出  $P_1$ 、 $P_2$  两个信号之间有 30 格,因此每一格表示  $1/30$  秒。 $P_1$  与  $n_1$  之间是 12 格,即 0.4 秒,所以  $t_1=0.2$  秒,  $s_1=vt_1=340$  米/秒  $\times$  0.2 秒 = 68 米;  $P_2$  与  $n_2$  之间是 9 格,即 0.3 秒,所以  $t_2=0.15$  秒,  $s_2=vt_2=340$  米/秒  $\times$  0.15 秒 = 51 米;所以汽车在接收到  $P_1$ 、 $P_2$  两个信号的时间间隔内前进的距离  $s_{\text{车}}=s_1-s_2=17$  米。汽车接收到  $P_1$  信号的时刻为  $P_1+t_1$ ,即刻度尺上第 11 小格处,接收到  $P_2$  信号时刻为  $P_2+t_2$ ,即刻度尺上第 39.5 小格处,相差 28.5 格,所以  $t_{\text{车}}=28.5/30$  秒,  $v_{\text{车}}=s_{\text{车}}/t_{\text{车}}=17 \times 30/28.5$  米/秒  $\approx 17.9$  米/秒。

答案 17;17.9

例 3 如图所示,  $L$  为点亮的水平放置的日光灯;  $T$  为一藤椅的竖直靠背,横向藤条与日光灯管平行,横、竖藤条相互垂直交织,它们之间是正方形空格;  $P$  是与藤椅靠背平行的白屏。现将白屏从紧贴椅背处慢慢向远处平移,则从屏上将依次看到( )

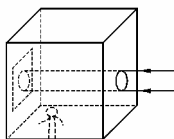


- (A) 横藤条的影,横竖藤条的影
- (B) 竖藤条的影,横竖藤条的影
- (C) 横竖藤条的影,竖藤条的影,没有藤条的影
- (D) 横竖藤条的影,横藤条的影,没有藤条的影

分析与解 本题是光传播的应用问题,即考查影子的形成及针孔成像方面的知识。光在传播中遇到不透明的物体时,会在物体后面的屏幕上形成一个与物体相似的黑色区域即物体的影子。当有多个光源或光源较大时,有些黑色区域会被其他光源或光源的其他部分照亮,看不到影子;有些黑色区域会重叠交叉,看起来特别黑,即形成本影、半影或伪影。“无影灯”就是根据这些现象制作的。所以屏从紧贴椅背处慢慢向远处平移时,先看到横竖藤条的影,接着竖藤条的影变成伪影看不到了,只能看到横藤条的影。再远一点,满足针孔成像条件,屏上出现多个日光灯的像(有些相互重叠),就看不到藤条的影子了。

答案 D

例 4 如图所示,有一正方形的不透光房间,其中的一面墙上开有一个圆形小孔,这面墙的对面有一个正方形的平面镜。



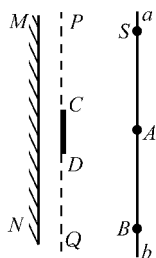
一个人靠在与平面镜垂直的一侧墙面上,当有一束垂直于圆孔的平行光通过圆孔射到平面镜上时,他能看到的是( )

- (A) 镜面上有一个圆形的亮斑
- (B) 整个正方形镜子的形状
- (C) 整个房间都是亮的
- (D) 感到整个房间是一片黑暗

分析与解 此题考查的是光的反射定律及镜面反射、漫反射有关知识。运用这些知识分析一下,答案就清楚了。解答此题时,很容易“想当然”地认为镜面上有一个圆形的亮斑。根据题意,光线垂直射入到镜面上,由光的反射定律可知,光线沿原方向反射,通过圆孔出去,所以没有光线射到房间其他地方,所以整个房间是一片黑暗;也没有光线射到这个人眼中,所以他什么也看不到。如果房间内空气中许多灰尘,根据光的漫反射,那么他能够看到“一束”灰尘。

答案 D

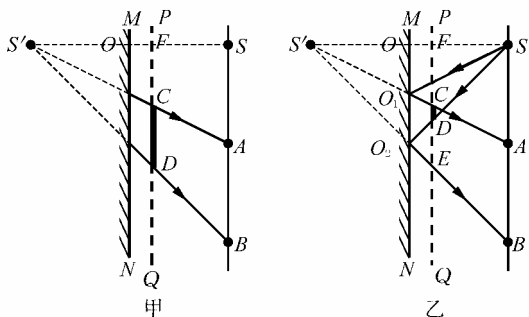
例 5 如图所示,有一竖直放置的平面镜  $MN$ ,在平面镜前 45 厘米处有一与平面镜平行放置的平板  $ab$ ,在  $ab$  靠镜面的一侧有一点光源  $S$ ,现要在离平面镜 5 厘米的  $PQ$  虚线上的某一处放一平行于平面镜的挡光板,使反射光不能照射到  $ab$  板上的



$AB$  部分。已知  $SA=45$  厘米,  $AB=45$  厘米,则挡光板的最小宽度  $CD$  是\_\_\_\_\_。

分析与解 解决本题的关键是正确画出光路图。很多同学一不小心就会画出图甲,根据  $\triangle S'CD \sim \triangle S'AB$ , 得  $\frac{CD}{AB} = \frac{S'F}{S'S}$ , 即  $\frac{CD}{45 \text{ 厘米}} = \frac{50 \text{ 厘米}}{90 \text{ 厘米}}$ , 求出  $CD=25$  厘米。仔细分析发现光线  $DB$  是不存在的,因为它对应的入射光线被  $CD$  挡住了。图乙为完整的光路图,包括对应的入射点,相关的入射光线与反射光线。由光路图可知,挡光板  $CD$  的上表面是反射光线的分界线,下表面是入射光线的分界线。

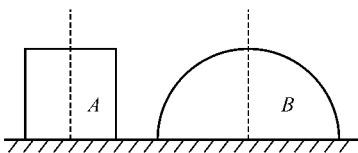
根据  $\triangle S'CE \sim \triangle S'AB$ , 有  $\frac{CE}{AB} = \frac{S'F}{S'S}$ , 即



$\frac{CE}{45 \text{ 厘米}} = \frac{50 \text{ 厘米}}{90 \text{ 厘米}}$ , 得  $CE = 25 \text{ 厘米}$ 。又因为  $\triangle O_2DE \sim \triangle O_2SB$ , 有  $\frac{DE}{SB} = \frac{OF}{OS}$ , 即  $\frac{DE}{90 \text{ 厘米}} = \frac{5 \text{ 厘米}}{45 \text{ 厘米}}$ , 得  $DE = 10 \text{ 厘米}$ , 所以  $CD = CE - DE = 25 \text{ 厘米} - 10 \text{ 厘米} = 15 \text{ 厘米}$ 。

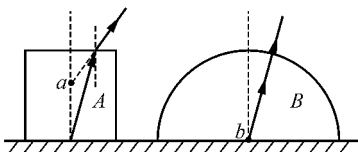
答案 15 厘米

例 6 把由同种玻璃制成的厚度为  $d$  的立方体 A 和半径为  $d$  的半球体 B 分别放在报纸上, 且让半球的凸面向上(如图所示)。从玻璃上方透过玻璃向下分别观察 A、B 中心处报纸上的文字, 下面观察记录正确的是( )



- (A) 看到 A 中的字比 B 中的字高
- (B) 看到 B 中的字比 A 中的字高
- (C) 看到 A、B 中的字一样高
- (D) 看到 B 中的字和没有放玻璃时一样高

分析与解 本题要用到的知识有: 光的折射规律、像的确定。关键是画出光路图, 知道半球体球面各点的法线即过球心的直线。画出的光路图如下图所示:

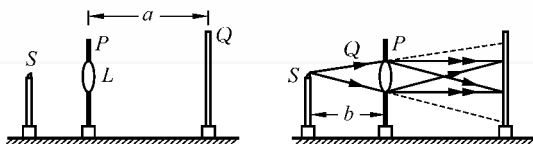


从图中可以看出 A 中的“字”(即字的像  $a$ ) 在报纸的上方, B 中的“字”(即字的像  $b$ ) 与报纸上的字重合。

答案 AD

例 7 如图所示, 水平光具座上的 S 为一个点

光源, P 是中心带圆孔的不透光纸板, 圆孔内可以嵌入一个凸透镜 L, Q 是一个光屏。S、P、Q 的中心轴线在同一水平线上。已知 Q 与 P 的距离为  $a$ 。当 P 中没有嵌入凸透镜时, 在光屏 Q 上出现一个圆形光斑, 这个光斑的直径恰是中心圆孔直径的 3 倍。当把凸透镜 L 嵌入圆孔中, 光屏 Q 上的光斑直径与 P 中心圆孔直径恰好相等。试求:



(1) 凸透镜 L 的焦距有两个可能的值, 通过作图法确定这两个可能的焦距的值。

(2) 若将 P 和 Q 固定不动, 将光源 S 向左移动, 试说明如何根据光斑的变化情况确定凸透镜的焦距是哪一个?

分析与解 解决此题要用到凸透镜、相似三角形有关知识, 解题时要注意考虑全面。在没有嵌入凸透镜时, 由于光斑直径为 P 板圆孔直径的 3 倍, 如图虚线所示, 根据相似三角形的关系, 得  $b = a/2$ 。当嵌入凸透镜时, 光斑直径等于 P 板圆孔直径, 两种可能的光路图如图所示, 按双箭头光路分析得  $f_1 = b = a/2$ ; 按单箭头分析得  $f_2 = b/2 = a/4$ 。如果  $f_1 = a/2$ , 当光源稍向左移动时, 由于入射光线发散程度降低, 故折射后变为会聚光线, 在 Q 上形成的光斑变小; 如果  $f_2 = a/4$ , 当光源稍向左移动时, 由于入射光线发散程度降低, 故折射后光线比单箭头光线更会聚些, 故在 Q 上形成的光斑变大。

答案 (1)  $f_1 = a/2, f_2 = a/4$  (2) 当光源稍向左移动时, 如果光斑变小, 则透镜的焦距为  $f_1$ ; 如果光斑变大, 则透镜的焦距为  $f_2$ 。

例 8 一个物体沿凸透镜的主光轴移动, 当物体离凸透镜 20 厘米时, 能在凸透镜另一侧光屏上得到一个放大、倒立的像。则当物体离凸透镜 15 厘米时所成的像( )

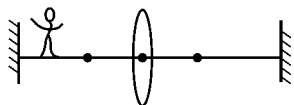
- (A) 一定是正立、放大的虚像
- (B) 一定是倒立、放大的实像
- (C) 可能是倒立、缩小的实像
- (D) 可能是正立、放大的虚像

分析与解 此题是关于凸透镜成像规律的计算、判断题。解题关键是熟悉凸透镜的成像规律, 会进行简单的不等式运算。当物体离凸透镜 20 厘米时(即  $u = 20 \text{ 厘米}$ ), 光屏上得到一个放大、倒立

的像,说明  $f < u < 2f$ , 即  $f < 20 \text{ 厘米} < 2f$ , 解得  $10 \text{ 厘米} < f < 20 \text{ 厘米}$ 。当物体离凸透镜  $15 \text{ 厘米}$  时 (即  $u = 15 \text{ 厘米}$ ),  $u$  与  $f$  的关系又是如何呢? 由于焦距不是一个确定的数值, 要根据几个转折点 ( $u = 2f$ 、 $u = f$ ) 分几种情况分段分别讨论, 才能全面考虑, 不会出现“漏网之鱼”。①当  $7.5 \text{ 厘米} < f < 10 \text{ 厘米}$  时, 则  $f < u < 2f$ , 成的像是倒立、放大的实像; ②当  $f = 7.5 \text{ 厘米}$  时, 则  $u = 2f$ , 成的像是倒立、等大的实像; ③当  $f < 7.5 \text{ 厘米}$  时, 则  $u > 2f$ , 成的像是倒立、缩小的实像。所以 B、D 选项没有考虑全面, 是错误的; 而 A 的答案是不可能的, 也是错误的; 正确选项为 C。

答案 C

例 9 在一竖直放置的大凸透镜的主光轴位置上拉一根钢丝, 一个小杂技演员从很远的地方沿着钢丝向焦点处匀速走来。有下列叙述: ①小演员每走一步, 像也走一步; ②像的脚步始终比小孩大; ③像大时脚步大, 像小时脚步小, 即“大像”走大步, “小像”走小步; ④像总朝远离小演员的方向运动, 好像在逃离。其中正确的是 ( )



- (A) ①② (B) ①②④  
(C) ①③④ (D) ③④

分析与解 解决此题需要透彻理解凸透镜成像的规律。如一些字词的含义 (所谓“放大”、“缩小”指的是“全方位放大”、“全方位缩小”); 从凸透镜成像规律中总结出的“规律” (当物距发生改变时, 像要随着物体同步、同向移动); 物点与它的像点及光心三点在同一直线上等等。所以小演员从很远的地方沿着钢丝向焦点处匀速走来时, 小演员向右走一步, 像也向右走一步, 好像在逃离; 像小的时候, 迈的脚步也小一些, 像大的时候, 迈的脚步也大一些。

答案 C

例 10 如图, 窗前有一只杯子, 窗外有一座楼房。现用一架单透镜相机在室内对着窗口拍了两幅照片甲和乙。照片甲中杯子清晰, 而远处的楼房很模糊; 照片乙中杯子模糊了, 但远处的楼房却清晰了。以下关于这两幅照片的叙述中, 正确的是 ( )

- (A) 拍照片甲时, 杯子的像与杯子位于镜头



同侧

- (B) 在甲中, 杯子的像为实像而楼房的像为虚像

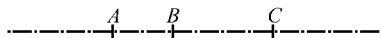
(C) 在拍照片乙时, 照相机镜头与底片间的距离比拍甲时短

(D) 拍了照片甲后, 相机须往前移才能拍摄到乙

分析与解 照相机是根据凸透镜成像规律中, 当  $u > 2f$  时成倒立、缩小的实像的原理制成的, 此时  $f < v < 2f$ 。实像与物体位于凸透镜的异侧。所以 A、B 选项是错误的。根据题意可知 (从照片中也可看出), 甲拍摄的对象是杯子, 乙拍摄的对象是楼房, 所以甲中的物距  $u_1$  小于乙中的物距  $u_2$ 。根据公式  $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$  可知,  $f$  相同时,  $u$  越大, 则  $v$  越小, 所以拍照片乙时, 照相机镜头与底片间的距离比拍甲时短, 选项 C 是正确的。至于选项 D, 凭感觉可能认为是正确的, 但实际上, 拍了照片甲后, 相机不移动, 或往前移动、往后移动都可以拍摄到乙。

答案 C

例 11 如图所示, 一点光源位于凸透镜的主轴上, 凸透镜位置固定。当点光源位于 A 点时, 它的像在 B 点; 当点光源位于 B 点时, 它的像在 C 点。则凸透镜位于 ( )



- (A) A 的左侧 (B) A、B 之间  
(C) B、C 之间 (D) C 的右侧

分析与解 解决此题最有效的办法是排除法 (即假定答案是 A, 分析推理结果是否与题意相符)。如果凸透镜位于 A 的左侧, 当点光源位于 A 点时, 它的像在 B 点, 即像、物在透镜同侧, 成的像是放大的虚像, 像到透镜的距离比物体远, 这与图示相符; 当点光源位于 B 点时, 相对于 A 点来说, 物体向右移动, 像也向右移动, 由于是放大的像, 故像移动的距离  $BC$  大于物体移动的距离  $AB$ , 这与图示也相符, 所以选项 A 是正确的。如果凸透镜

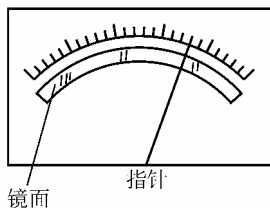
位于  $A, B$  之间, 当点光源位于  $A$  点时, 它的像在  $B$  点, 即像、物在透镜两侧, 成的像是实像,  $A, B$  到透镜的距离都大于  $f$ ; 当点光源位于  $B$  点时,  $u > f$ , 成的像是实像, 应在透镜的另一侧, 这与题目图示不符, 故选项  $B$  不对。如果凸透镜位于  $B, C$  之间, 当点光源位于  $A$  点时, 它的像在  $B$  点, 即像、物在透镜同侧, 成的像是放大的虚像, 物体到透镜的距离比像远这是不可能的, 故选项  $C$  也不正确。同理选项  $D$  也是错误的。

答案 A

**演练赛题**

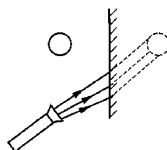
**A 基础训练**

- 近年来盛行洁牙, 某些城市甚至出现了“超声波洁牙”美容店。超声波之所以能洁牙, 是因为( )
  - 超声波是清洁剂
  - 超声波能够传递去污信息
  - 超声波能够发生反射
  - 超声波能够引起液体的振动, 振动可以除去污垢
- 往保温瓶里灌开水的过程中, 听声音就能判断瓶里水位的高低, 这是因为( )
  - 随着水位升高, 音调逐渐升高
  - 随着水位升高, 音调逐渐降低
  - 灌水过程中音调保持不变, 音响越来越大
  - 灌水过程中音调保持不变, 音响越来越小
- 大雪过后, 人们通常会感到外面万籁俱寂, 究其原因, 你认为正确的是( )
  - 一定是大雪后, 行驶的车辆少了, 噪声也随之减小
  - 可能是大雪后, 大地银装素裹, 噪声被反射
  - 可能是大雪蓬松多孔, 对噪声有一定的吸收作用
  - 可能是大雪后气温较低, 噪声传播速度变慢
- 有些电工仪表的刻度盘上有一个弧形缺口, 缺口下面有一面镜子, 它的作用是( )
  - 读数时使眼睛处于正确位置
  - 增加刻度盘的亮度
  - 检验仪表是否水平
  - 便于观察仪表的内部结构

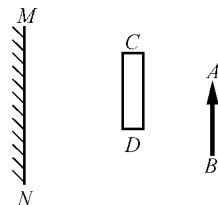


- 自行车尾灯能够把车后任何方向射来的光都朝着相反方向反射回去, 这是因为尾灯上安装了( )
  - 一面平面镜
  - 多组互成直角的平面镜
  - 多组凹面镜
  - 多组凸透镜

- 如右图所示, 用手电筒对着平面镜中的像照射时, 观察到像比原来亮多了, 其原因是( )

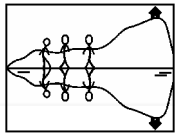


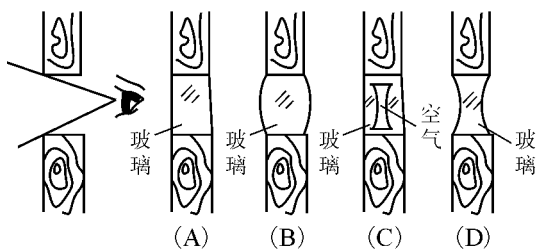
- 光射到像上, 所以会变亮
  - 光反射到物上, 物变亮, 所以像也变亮
  - 镜子比原来亮, 所以像也比原来亮
  - 有光照射, 更便于观察, 所以觉得像比原来亮
- 如图所示, 平面镜  $MN$  前有一物体  $AB$ , 不透光的屏  $CD$  放在  $AB$  和平面镜之间, 二者在竖直方向上的长度相同, 并且屏的下端与  $AB$  的中点等高, 那么( )



- 平面镜中只有  $AB$  下半部的像
  - 平面镜中只有  $AB$  上半部的像
  - 平面镜中仍能成  $AB$  完整的虚像, 在平面镜前任何位置都可以看到
  - 平面镜中仍能成  $AB$  完整的虚像, 但只有在平面镜前一定范围内才可看到
- 某人站在商场外用光滑金属包装的圆柱子前面, 看到圆柱子里自己的像, 则像和人相比较( )
    - 变胖了, 变高了
    - 变瘦了, 变高了
    - 变胖了, 高度不变

- (D) 变瘦了,高度不变
9. 我们居住的地球周围被厚厚的大气层包围着。假设某一天大气层突然消失了,则这一天白昼的时间与原来相比将会( )
- (A) 长些 (B) 短些  
(C) 一样长 (D) 无法确定

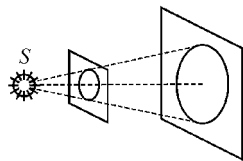
10. 如图所示是一张在湖边拍摄的照片。因为湖水平静,岸上景物与湖中倒影在照片上十分相似。下列几种方法中,不能用来正确区分真实景物与它在湖中的倒影的是( )
- 
- (A) 倒影比真实景物略暗一些  
(B) 倒影比真实景物的清晰度略差一些  
(C) 倒影中人物排列的左右位置与拍照时的真实位置正好相反  
(D) 倒影中人物的身高比真实人物略高一些
11. 在一个不透明的木板上钻一个小孔,用眼睛通过小孔可以观察到一定的范围(如图所示)。为了扩大观察的范围,在小孔中嵌入各种形状的玻璃制品。则在图中的四个截面中获得最大观察范围的是( )



12. 小明在听讲座时,想把银幕上用投影仪投影的彩色幻灯片图像用照相机拍摄下来。由于会场比较暗,他使用了闪光灯,这样拍出来的照片( )
- (A) 反而看不清投影到银幕上的图像,倒是把银幕上的一些污渍拍出来了  
(B) 色彩鲜艳,比不用闪光灯清楚多了  
(C) 色彩被“闪”掉了,拍到的仅有黑色的字和线条  
(D) 与不用闪光灯时效果一样,因为拍摄的是银幕上的像,而不是实际的景物
13. 某人用一块四周有点缺损的凸透镜做成像实验,则他在光屏上得到的像与用未缺损的凸透镜做成像实验相比( )
- (A) 所成的像毫无变化

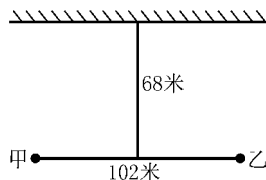
- (B) 所成的像四周也有缺损  
(C) 像的大小、正倒、位置均无变化,但略显暗些  
(D) 看缺损程度,如四周缺损较多时,不能成完整的像


14. 小明拿着一个直径比较大的放大镜伸直手臂观看远处的物体,可以看到物体的像,则下面说法正确的是( )
- (A) 射入眼中的光一定是由像发出的  
(B) 像一定是虚像  
(C) 像一定是倒立的  
(D) 像一定是放大的
15. 如图所示,点光源  $S$  正对圆孔,距离为  $a$ ,透过圆孔的光在后面的大屏上得到一个圆斑。若在孔上嵌一凸透镜,则光屏上立刻出现一个清晰的亮点,则该透镜的焦距、圆孔与光屏之间的距离分别为( )



- (A)  $\frac{1}{2}a, \frac{1}{2}a$  (B)  $\frac{1}{2}a, a$   
(C)  $a, a$  (D)  $a, 2a$

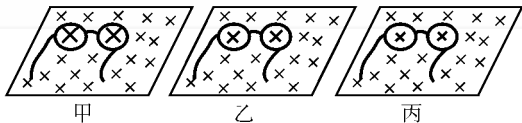
16. 甲、乙两人站在一堵光滑的墙壁前同一水平线上,两人之间相距 102 米,且距离墙壁为 68 米(如图所示)。甲开了一枪后,乙先后听到的两声枪响的时间间隔为 \_\_\_\_\_ 秒(已知空气中声音的传播速度为 340 米/秒)。



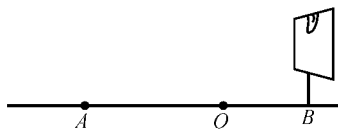
17. 小峰身高 1.70 米,眼睛距头顶 8 厘米。他直立在水平地面上照镜子。如果他想从竖直挂在墙上的平面镜里看到自己的脚,这面镜子的底边离地面的高度不应超过 \_\_\_\_\_ 米。
18. 小东在桌面上的近视眼镜里看到自己身后同一个窗户的两个像(如图所示)。这两个像是 \_\_\_\_\_ (填“实”或“虚”)像,是 \_\_\_\_\_ (填
- 

“平”“凸”或“凹”)面镜所成的像。其中较大的像是镜片上离小东较\_\_\_\_\_ (填“近”或“远”)的玻璃面形成的。

19. 小明的爷爷和爸爸都是老花眼,爷爷的老花眼严重一些,小明的妈妈则是近视眼。他们的三副眼镜都放在报纸上,如图所示。现在爸爸要看书,让小明把眼镜递给他,小明应该拿图\_\_\_\_\_中的那一副。



20. 在探究“凸透镜成像规律”的实验中,依次将点燃的蜡烛、凸透镜、光屏放在同一直线上的A、O、B位置,在光屏上得到清晰的烛焰的像(如图所示)。

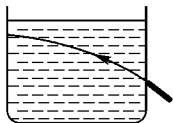


- (1) 将凸透镜向\_\_\_\_\_移动,可以使烛焰的像清晰地成在光屏的中央。
- (2) 此时所成的像是倒立、\_\_\_\_\_的实像。
- (3) 调节烛焰、凸透镜、光屏的中心到同一高度上,将蜡烛向远离凸透镜方向移动一段距离,调整光屏位置得到一个清晰的像,这个像与原来相比将\_\_\_\_\_ (填“变大”、“变小”或“不变”)。

**B** 能力拓展

21. 有一段长为 18 米的装满水的铁管,将耳朵贴在铁管一端,在另一端敲击一下,能听到声音的次数为(声音在铁、水和空气中的传播速度依次为 5 200 米/秒、500 米/秒和 340 米/秒。人耳能分清前后两次声音的时间间隔要大于 0.1 秒)( )
- (A) 1 次                      (B) 2 次  
(C) 3 次                      (D) 4 次

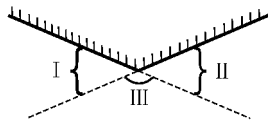
22. 科学老师用某种方法在长方形玻璃缸内配制了一些白糖水。两天后,一位同学用激光笔从玻璃缸的外侧将光线斜向上射入白糖



水,发现了一个奇特的现象:白糖水中的光路不是直线,而是一条向下弯曲的曲线(如图所示)。关于对这个现象的解释,同学们提出了以下猜想,其中能合理解释该现象的猜想是( )

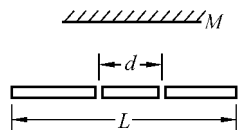
- (A) 玻璃缸的折射作用  
(B) 激光笔发出的光线不绝对平行  
(C) 白糖水的密度是不均匀的,越深密度越大  
(D) 激光笔发出的各种颜色的光发生了色散

23. 如图所示,有两个反射面成钝角的平面镜,在镜前放一个物体时会产生两个虚像。在镜前不能同时看到两个虚像的所有区域是( )



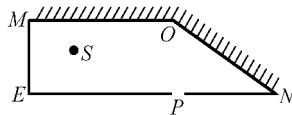
- (A) I、II                      (B) I、II、III  
(C) III                        (D) II、III

24. 如图所示,一根长度为  $L$  的直薄木条上有两个观察小孔,两小孔之间的距离为  $d$ ,  $d$  恰好是某个人两眼间的距离。当木条水平放置时,此人想通过两观察孔看见此木条在平面镜  $M$  里完整的像,那么所选用的平面镜宽度至少是( )



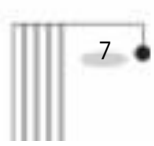
- (A)  $L/2$                       (B)  $d/2$   
(C)  $\frac{L+d}{2}$                       (D)  $\frac{L-d}{2}$

25. 以平面镜  $MO$  和  $NO$  为两个侧面的一个黑盒子里有一个点光源  $S$ ,黑盒子的另一侧面  $EN$  上开有一小孔  $P$ (如图所示)。一个观察者在盒外与  $EN$  平行的方向走过时,通过  $P$  孔能看到  $S$  所发出的光的次数为( )



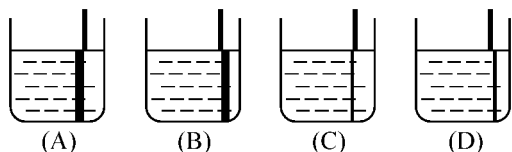
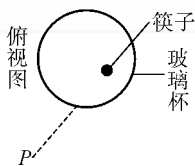
- (A) 1 次                      (B) 2 次  
(C) 3 次                      (D) 4 次

26. 宇航员登上月球后,抬头仍能看到天上一轮红日,但周围的其他景象应是( )
- (A) 一片黑暗,能看见星星,但不闪烁

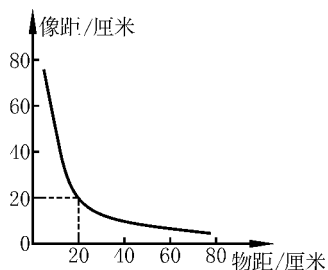


- (B) 一片黑暗,能看见星星,且星星闪烁  
 (C) 一片明亮,无法看见星星  
 (D) 一片天蓝色,能看见地球和星星
27. 小明 5:30 在某地见到日出。已知太阳光射到地球需要 8 分钟左右,如果不考虑光传播的时间,则小明在该地见到日出的时间是( )  
 (A) 5:22 (B) 5:38  
 (C) 5:30 (D) 无法确定

28. 将圆柱形细木棒竖直插入装水的玻璃杯内,其位置如俯视图所示,从俯视图中的  $P$  点沿水平方向看到的应该是下面四幅图中的( )



29. 某同学做研究凸透镜成像规律的实验时,记下了物距和像距之间的关系,并绘出如图所示的图像。则下列推测正确的是( )

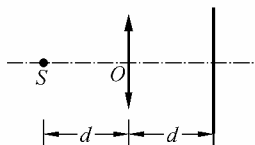


- (A) 透镜的焦距等于 20 厘米  
 (B) 透镜的焦距等于 10 厘米  
 (C) 物距从 0 增至 20 厘米的过程中所成的像为实像  
 (D) 物距从 0 增至 20 厘米的过程中所成的像为虚像
30. 老奶奶用放大镜看报时,为了看到更大的清晰的像,她常常( )  
 (A) 报与放大镜不动,眼睛离报远一些  
 (B) 报与眼睛不动,放大镜离报远一些  
 (C) 报与放大镜不动,眼睛离报近一些  
 (D) 报与眼睛不动,放大镜离报近一些
31. 如图所示,纸筒 A 的一端蒙了一层半透明纸,纸筒 B 的一端嵌了一个凸透镜,两纸筒套

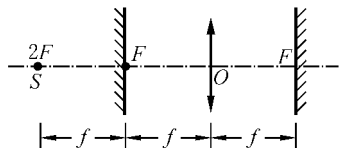
在一起组成了一个模型照相机。为了在 A 端得到清晰的像,要调整 A、B 间的距离,这时( )



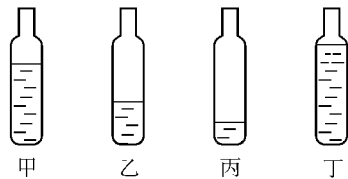
- (A) 眼睛应对着 B 端向筒内观察,看看像是否清楚  
 (B) 如果看近处的景物时像很清楚,再看远处的景物时就应该把 B 向外拉,增加 A、B 间的距离  
 (C) 应把 A 端朝着明亮的室外, B 端朝着较暗的室内,否则看不清楚  
 (D) 应把 B 端朝着明亮的室外, A 端朝着较暗的室内,否则看不清楚
32. 红外线是一种不可见光(线)。由于玻璃对红外线的会聚能力比可见光弱,因而同一透镜在红外线射入时的焦距比可见光射入时长。有一种感光胶片叫红外线胶片,它对可见光不敏感,而红外线却能使它感光。这种胶片可用普通相机进行红外摄影。现有一幅书上的图片用普通胶片摄影时刚好成等大的像,如换成红外线胶片的话,仍要成等大的像,则应该( )  
 (A) 减小物距,缩短暗箱长度  
 (B) 增大物距,缩短暗箱长度  
 (C) 减小物距,增加暗箱长度  
 (D) 增大物距,增加暗箱长度
33. 物体通过凸透镜 A 成倒立放大的实像于光屏上。现保持物距不变,但将 A 换成焦距只有它一半的凸透镜 B,为了能在光屏上继续成清晰的像,正确的方法是( )  
 (A) 保持光屏不动,像距和原来一样大  
 (B) 需将光屏向靠近凸透镜方向移动,所成的像比物小  
 (C) 需将光屏向远离凸透镜方向移动,所成的像比物大  
 (D) 不论将光屏如何移动,屏上都不能成像
34. 如图所示,主光轴上有一点光源,在透镜的另一侧有一光屏。光屏、点光源通过凸透镜在光屏上形成一个光斑。现让光屏稍微靠近凸透镜,光斑的面积会减小。设凸透镜的焦距为  $f$ ,由此可判断( )  
 (A)  $d$  一定小于  $f$   
 (B)  $d$  一定大于  $2f$



- (C)  $d$  一定大于  $f$ , 小于  $2f$   
 (D)  $d$  可能大于  $2f$ , 也可能小于  $f$
35. 如图所示, 在凸透镜的两个焦点处, 垂直光轴放置两个大小相同的平面镜, 镜面相对。每个平面镜都关于凸透镜的光轴上下对称。现在左侧平面镜的中心处挖去一个圆孔, 在凸透镜左侧两倍焦距处放一个点光源  $S$ 。则点光源在该光具组中所成的虚像的个数为( )

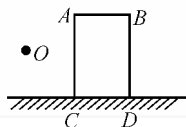
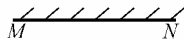


- (A) 1 个 (B) 2 个  
 (C) 无数个 (D) 一个也没有
36. 如图所示, 四个相同的玻璃瓶里都装了水, 水面高度不同。用嘴贴着瓶口吹气, 如果能分别吹出“dou(1)”、“ruai(2)”、“mi(3)”、“fa(4)”四个音阶, 则与这四个音阶相对应的瓶子的序号是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

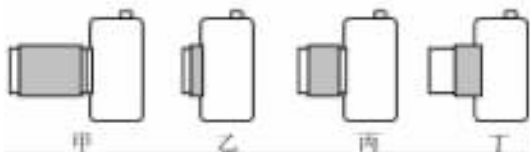


37. 一块长 0.8 米的平面镜竖直挂在墙上固定不动, 一个身高为 1.6 米的甲同学站立在平面镜前恰好能看到自己全身的像。若有一个 1.5 米的乙同学和一个 1.7 米的丙同学也分别站到甲同学的位置上, 今提供下列几个答案, 请选择(填序号):
- (A) 能看到自己全身的像  
 (B) 走近平面镜一些才能看到自己全身像  
 (C) 远离平面镜一些才能看到自己全身像  
 (D) 无论怎样移动位置也看不到自己全身像
- (1) 对于乙同学是\_\_\_\_\_。  
 (2) 对于丙同学是\_\_\_\_\_。
38. 如图所示, 水平地面上有一障碍物  $ABCD$ , 较大的平面镜  $MN$  在某一高度上水平放置, 试用作图法求出眼睛位于  $O$  点从平面镜中所能

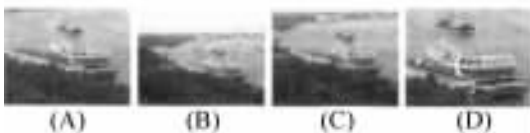
看到的障碍物后方地面的范围。如果想在原处看到更大范围的地面, 水平放置的镜子的高度该怎样改变?



39. 如图所示, 甲、乙、丙、丁是镜头焦距不同的四架相机, 它们所用的底片规格是相同的。分别用它们在同一地点拍摄同一景物。我们可以判定, 在下图中, 照片\_\_\_\_\_是用相机甲拍摄的, 照片\_\_\_\_\_是用乙拍摄的, 照片\_\_\_\_\_是用丙拍摄的, 照片\_\_\_\_\_是用丁拍摄的(以上均填序号)。



焦距不同的四种照相机



40. 照相时, 选择不同的“光圈”以控制镜头的进光面积; 选择不同的快门速度, 以控制镜头的进光时间。两者结合的目的是使底片受到的光照能量保持一定, 以得到好照片。下面的表格是某种情况下光圈与快门的几种正确组合。在“快门”一行中, “15”表示快门打开的时间是  $\frac{1}{15}$  s, 依此类推; 在“光圈”一行中, “16”表示镜头透光部分的直径等于镜头焦距的  $\frac{1}{16}$ , 依此类推。计算光圈一行的最后一格应填的数字。

光圈	16	11	8	5.6	4	2.8	
快门	15	30	60	125	250	500	1 000

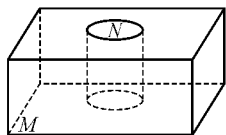
## 第二讲 热现象

温度计	原理 使用
热现象	热膨胀 热传递
物态变化	熔解、凝固 汽化、液化 升华、凝华
热能	热能含义 改变大小方法
热量	比热 热量计算



### 例题分析

**例 1** 有一厚铁块  $M$ , 冲下并取出圆柱铁柱  $N$  ( $N$  能很紧密地塞回原孔), 如图。现把铁块  $M$  和铁柱  $N$  同时放到炉内加热较长时间, 使  $M$ 、 $N$  达到相同的温度。则 ( )



- (A)  $N$  变粗, 塞不进原孔  
(B) 原孔变大,  $N$  很容易塞进  
(C) 原孔变小,  $N$  不能塞进  
(D)  $N$  仍能紧密地塞进原孔

**分析与解** 这是热现象中有关物体受热膨胀的一类问题。通常情况下, 物体都是随温度升高体积增大、随温度降低体积减小的, 即所谓的热胀冷缩。很显然, 当铁柱  $N$  和铁板  $M$  受热后, 两者体积都会因受热膨胀而增大。但现在的问题是, 铁板  $M$  的内孔的内径究竟是如何变化的, 它是否因为受热膨胀而变小呢?

空想无法得到答案。为此我们不妨作一巧妙的假设: 将不冲孔的整块铁板在炉内加热较长时间, 铁板受热膨胀, 热膨胀后的铁板仍然平整, 表明同一铁板由于材料相同而各处膨胀程度相同; 将再加热后的铁板冲孔取出, 这时铁柱仍能紧密地塞进原孔。也就是说, 受热膨胀后, 铁块的内径和圆柱体的外径是同比例扩大的。

答案 D

**例 2** 小明有一支温度计, 其标度不准确, 但玻璃管的内径和刻度是均匀的。而且, 它在冰水中的读数是  $-2^{\circ}\text{C}$ , 在沸水中的读数是  $103^{\circ}\text{C}$ 。试回答:

- (1) 当它指示的温度是  $-10^{\circ}\text{C}$  时, 实际温度是多少?  
(2) 它在什么温度附近误差很小, 可以当做刻度正确的温度计使用?

**分析与解** 我们知道, 温度计是利用物体的一些特征参数会随温度改变而改变这一现象制成的, 如辐射温度计、热敏温度计、晶体管温度计等。普通温度计是利用液体的体积随温度变化而变化, 即热胀冷缩性质制成的, 且在一定范围内体积与温度成一次函数关系。我们还知道, 摄氏温标中规定: 纯净的冰水混合物的温度记作  $0^{\circ}\text{C}$ , 标准大气压下纯水沸腾时的温度为  $100^{\circ}\text{C}$ 。而温度计上的刻度是液体从  $0^{\circ}\text{C}$  到  $100^{\circ}\text{C}$  之间的距离划为 100 等分制成的, 即是运用等分法分刻度的。根据这些知识, 本题可有多种解法。

**解法一** 由于不准确温度计上的刻度均匀, 则其温度读数从  $-2^{\circ}\text{C} \sim 103^{\circ}\text{C}$  表示实际温度为  $0^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ , 即示数为  $1^{\circ}\text{C}$  表示实际温度为  $\frac{100-0}{103-(-2)}^{\circ}\text{C}$ , 也可以认为此温度计每小格表示  $\frac{100}{105}^{\circ}\text{C}$ 。

(1) 当它指示的温度是  $-10^{\circ}\text{C}$  时, 与  $-2^{\circ}\text{C}$  相差 8 格, 真实温度为  $-8 \times \frac{100}{105}^{\circ}\text{C} = -7.6^{\circ}\text{C}$

(2) 依题意, 如果不准确温度计上示数可当做正确值使用, 就有  $t' = t$ ,

则  $[t' - (-2)] \times \frac{100}{105} = t = t'$ , 得  $t' = 40^\circ\text{C}$

解法二 运用线性规律, 确定实际温度  $t$  与温度计读数  $t'$  之间的线性关系, 由题意求解。

因为在一定温度范围内, 物体体积的增大与温度成线性关系, 则有  $t = at' + b$

依题意, 当  $t = 0^\circ\text{C}$  时,  $t' = -2^\circ\text{C}$ ;  $t = 100^\circ\text{C}$  时,  $t' = 103^\circ\text{C}$ 。

将数据代入上式, 可得  $a = \frac{100}{105}$ ,  $b = \frac{200}{105}$

所以有  $t = \frac{100}{105}t' + \frac{200}{105}$

利用上式, 可解得

(1)  $t' = -10^\circ\text{C}$ ,  $t = -7.6^\circ\text{C}$

(2) 若可当作刻度正确的温度计, 也即  $t' = t$ ,

有  $t = \frac{100}{105}t + \frac{200}{105}$ , 得  $t = 40^\circ\text{C}$

通过本例可以发现, 一个问题如果能转换成数学形式, 用公式来解, 常常会既方便又严密。

答案 (1)  $-7.6^\circ\text{C}$  (2)  $40^\circ\text{C}$

例3 我国成功发射的“神舟”六号飞船返回舱的表面有一层叫做烧蚀层的物质, 它可以在返回大气层时保护返回舱不因高温而烧毁。烧蚀层能起到这种作用, 除了它的隔热性能外, 还由于 ( )

(A) 它的硬度大, 高温下不会损坏  
(B) 它的表面非常光滑, 能减少舱体与空气的摩擦

(C) 它汽化时能吸收大量的热  
(D) 它能把热辐射到宇宙空间去

分析与解 外太空物体如流星等, 因受地球吸引力作用, 在进入地球大气层时, 速度可达几万千米/时, 可与稠密的大气层剧烈摩擦而产生大量热而烧毁, 甚至爆炸。飞船返回舱返回地球时, 同样有这种情况。题目已告知烧蚀层的一个功能是隔热, 问它的另一功能。

为此我们可以通过反推法来解。因为飞船返回时要产生大量的热, 除了通过隔热防止热量进入飞船内部外, 另一个办法是除去一部分热。要达到这一目的, 我们应该联想到物态变化时必然伴随能量变化的知识, 可得知当物体汽化时可吸收大量热。即飞船与大气摩擦产生热使烧蚀层物质迅速汽化, 而汽化可吸收大量的热, 这样摩擦产生的热就不会使飞船因升温过高而烧毁, 这是一种丢卒保帅的做法。

答案 C

例4 将水滴滴入烧得不怎么热的铁锅中, 会看到水滴很快蒸发消失; 而将水滴滴入烧得很热的铁锅中, 却会看到水滴在铁锅中反复跳动较长时间, 然后消失。试分析解释这一现象。

分析与解 初看这是一个十分矛盾的现象, 因为它与温度越高, 物质汽化越快有抵触。为此, 应想办法从别的角度来分析。这里, 我们想到了水滴的状态变化。

答案 当水滴落到不很热的铁锅内时, 水滴可以和铁锅充分接触, 这样全部水滴温度很快升高, 从而在短时间内蒸发完全。而当水滴滴入很热的铁锅中时, 接触处的水首先急剧汽化形成了一层水蒸气, 由于气体是热的不良导体, 这层水蒸气便托起了尚未汽化的水滴, 减缓了水滴与铁锅充分接触而汽化的速度; 当水蒸气散失时, 水滴下落时又与热锅接触, 再次形成一层水蒸气而托起水滴, 如此反复, 水滴不断跳动并逐渐减少直至消失。

例5 三种质量和比热都不相同的液体  $a$ 、 $b$ 、 $c$ , 它们的温度分别是  $15^\circ\text{C}$ 、 $25^\circ\text{C}$ 、 $35^\circ\text{C}$ 。已知  $a$ 、 $b$  混合后的温度是  $21^\circ\text{C}$ ;  $b$ 、 $c$  混合后的温度是  $32^\circ\text{C}$ , 试求:

(1) 液体  $a$ 、 $c$  混合后的温度。  
(2) 液体  $a$ 、 $b$ 、 $c$  混合后的温度。

分析与解 这是一道液体混合后温度的计算题, 一般都是运用热平衡方程来计算。设液体  $a$ 、 $b$ 、 $c$  的比热分别是  $c_a$ 、 $c_b$ 、 $c_c$ , 质量分别是  $m_a$ 、 $m_b$ 、 $m_c$ , 根据热平衡方程, 液体  $a$ 、 $b$  混合时有

$$c_a m_a (21 - 15) = c_b m_b (25 - 21)$$

整理得  $c_a m_a = \frac{2}{3} c_b m_b$  ①

液体  $b$ 、 $c$  混合时, 有

$$c_b m_b (32 - 25) = c_c m_c (35 - 32)$$

整理得  $c_c m_c = \frac{7}{3} c_b m_b$  ②

设液体  $a$ 、 $c$  混合后的温度是  $t_1$ , 则有

$$c_a m_a (t_1 - 15) = c_c m_c (35 - t_1)$$

代入①②, 消去  $c_b m_b$  得

$$\frac{2}{3} (t_1 - 15) = \frac{7}{3} (35 - t_1)$$

由此求得  $a$ 、 $c$  混合后的温度  $t_1 = 30.6^\circ\text{C}$ 。

设液体  $a$ 、 $b$ 、 $c$  混合后的温度是  $t_2$ , 则  $t_2$  可能在  $15^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$  之间, 也可能在  $25^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$  之间, 解答时可以任意假设其中一种, 然后列式求解。例如设  $t_2$  在  $15^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$  之间, 即认为液体  $a$  吸热, 液体  $b$

和  $c$  放热,由热平衡方程有

$$c_a m_a (t_2 - 15) = c_b m_b (25 - t_2) + c_c m_c (35 - t_2)$$

由此解得

$$t_2 = \frac{c_a m_a + 25c_b m_b + 35c_c m_c}{c_a m_a + c_b m_b + c_c m_c} \quad (3)$$

代入①式和②式,约去  $c_b m_b$ ,求得  $t_2 = 29.2^\circ\text{C}$ 。

这个结果告诉我们,实际情况是液体  $a$  和  $b$  吸热,而只有液体  $c$  放热。如果设  $t_2$  在  $25^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$  之间,列出的方程是

$$c_a m_a (t_2 - 15) + c_b m_b (t_2 - 25) = c_c m_c (35 - t_2)$$

同样可以得到(3)式,结论是一样的。

从这个例题可以看到,正确地分析物理过程,灵活地运用数学知识,是解答习题、特别是综合题的关键。本题中液体的比热和质量均不知,看似已知条件不够,但若将它们的乘积作为一个量看待,问题的解决就好办了。此外,三种液体混合后的温度可以任意假设,对解题也是有启发的。

答案 (1)  $30.6^\circ\text{C}$  (2)  $29.2^\circ\text{C}$

**例 6** 有一堆潮湿的砂子,测得其比热为  $1.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。已知干砂子的比热为  $0.9 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ,则这堆砂子含水分的百分比为多少?

**分析与解** 看到本题后,就应该知道这是有关物质混合后温度的计算题。而这类计算一般都要从  $Q = cm\Delta t$  出发。本题中,因湿砂是由砂和水混合而成的,砂子和水吸收一定的热量后,升高的温度也相同,即  $\Delta t$  相同,且等于湿砂的温度变化量;湿砂吸收的热量等于砂和水吸收的热量之和,湿砂的质量等于砂和水的质量之和。这样通过比较即可求出水的质量与总质量的比。

设这堆湿砂子的质量为  $m$ ,含水  $m_1$ ,则砂子质量  $m - m_1$ 。若这堆潮湿砂子温度升高  $\Delta t$ ,则

$$Q_{\text{吸}} = cm\Delta t$$

$$Q_{\text{水吸}} = c_{\text{水}} m_1 \Delta t$$

$$Q_{\text{砂吸}} = c_{\text{砂}} (m - m_1) \Delta t$$

$$\therefore Q_{\text{吸}} = Q_{\text{水吸}} + Q_{\text{砂吸}}$$

$$cm\Delta t = c_{\text{水}} \cdot m_1 \Delta t + c_{\text{砂}} (m - m_1) \Delta t$$

$$\therefore \frac{m_1}{m} = \frac{c - c_{\text{砂}}}{c_{\text{水}} - c_{\text{砂}}}$$

$$= \frac{1.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) - 0.9 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})}{4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) - 0.9 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})} = 9.1\%$$

答案 9.1%

**例 7** 将一勺温水倒入盛有冷水的量热器内,

这时量热器中的水温升高了  $5^\circ\text{C}$ ;再加上一勺同样的温水,温度又上升了  $3^\circ\text{C}$ ,问:

(1) 继续加 7 勺同样的温水,则量热器中的水温还将上升多少?

(2) 如果不断地向量热器内加同样的温水,量热器中的水温最终将比开始时升高多少?(假设量热器的容积比勺的容积大得多,不考虑量热器吸收的热量)

**分析与解** 对这类题,一般可以通过热平衡方程一步步运算。但这样做很繁琐。为此不妨先分析题意所描述的过程。本题中共进行了四次热交换过程:一是第一勺温水倒入量热器的冷水中,二是第二勺温水倒入量热器中,三是再连续倒入 7 勺温水,四是自开始不断倒入  $n$  勺温水。这样可建立四个热平衡方程,一般方法就是逐步计算。但由此分析可知,这四个步骤的效果是一样的,也即可以求出一个通式,也即每次都当可做是  $n(n=1,2,\dots)$  勺温水与量热器中冷水进行热交换,进而求解。当  $n=9$  时,可求(1)问。

设量热器中原有冷水的质量为  $m_0$ ,温度为  $t_0$ ,一勺温水的质量为  $m$ ,温度为  $t$ ,根据题意可知:

(1) 向量热器内中加入 1 勺温水后,达热平衡时温度为  $t_0 + 5^\circ\text{C}$ 。

$$\text{则冷水吸热 } Q_{\text{吸1}} = c_{\text{水}} m_0 [(t_0 + 5) - t_0]$$

$$\text{温水放热 } Q_{\text{放1}} = c_{\text{水}} m [t - (t_0 + 5)]$$

$$Q_{\text{吸1}} = Q_{\text{放1}}$$

$$\text{得 } \frac{m_0}{m} = \frac{t - t_0 - 5}{5} \quad (1)$$

向量热器连加 2 勺同样温水后,达热平衡,温度为  $t_0 + 8^\circ\text{C}$ 。

$$\text{冷水吸热 } Q_{\text{吸2}} = c_{\text{水}} m_0 [(t_0 + 8) - t_0]$$

$$\text{温水放热 } Q_{\text{放2}} = 2c_{\text{水}} m [t - (t_0 + 8)]$$

$$\text{同理 } Q_{\text{吸2}} = Q_{\text{放2}}$$

$$\frac{m_0}{m} = \frac{t - t_0 - 8}{4} \quad (2)$$

由①②两式得:  $t - t_0 = 20(^\circ\text{C})$

$$\frac{m_0}{m} = 3$$

设向量热器连加  $n$  勺同样的温水,达热平衡时,温度为  $t_0 + T$ 。

$$\text{则冷水吸热 } Q_{\text{吸3}} = c_{\text{水}} m_0 [(t_0 + T) - t_0]$$

$$\text{温水放热 } Q_{\text{放3}} = c_{\text{水}} (nm) [t - (t_0 + T)]$$

$$Q_{\text{吸3}} = Q_{\text{放3}}$$

$$\text{得 } \frac{m_0}{n \cdot m} = \frac{t - t_0}{T} - 1$$

$$\text{则 } \frac{1}{n} = \frac{20-T}{3T} \quad \text{③}$$

当  $n=9$  时,由③得  $T=15^{\circ}\text{C}$ 。则再加 7 勺同样温水后水温还将上升  $\Delta t=15^{\circ}\text{C}-8^{\circ}\text{C}=7^{\circ}\text{C}$

$$(2) \text{ 当 } n \rightarrow \infty \text{ 时, } \frac{1}{n} \rightarrow 0$$

$20-T \rightarrow 0$ , 即  $T$  接近  $20^{\circ}\text{C}$

即量热器中的水温最终比开始时升高  $20^{\circ}\text{C}$

答案 (1)  $7^{\circ}\text{C}$  (2)  $20^{\circ}\text{C}$

**例 8** 国产 165 型单缸四冲程汽油机的汽缸直径为 65 mm, 活塞冲程长 55 mm, 满负荷工作时做功冲程燃气的平均压强为  $9.58 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 飞轮的转速是 1 500 转/min。

(1) 求这种汽油机满负荷工作时做功的功率(不计摩擦损失)。

(2) 如果满负荷工作每分钟消耗 15 g 汽油, 这种汽油机把内能转化为机械能的效率是多少 ( $q_{\text{汽油}}=4.6 \times 10^7 \text{ J/kg}$ ) ?

**分析与解** 内燃机的一个工作循环包括吸气、压缩、做功、排气四个冲程。在一个工作循环中, 活塞往复两次, 曲轴转两周。在四个冲程中, 只有做功冲程燃气对外做功, 燃气对外做的功  $W=F_1 \cdot S_1 l$ , 其中  $F$  为平均压力,  $l$  为冲程,  $p$  为平均压强,  $S$  为活塞面积; 曲轴每转两周完成一个工作循环, 其功率为  $P=\frac{n}{2}NW=\frac{1}{2}NnpSl$ , 其中  $N$  为汽缸的个数,  $n$  为曲轴转速。

$$(1) \text{ 汽缸活塞面积 } S=\frac{1}{4}\pi D^2,$$

$$\text{燃气对活塞的压力 } F=p \cdot S=\frac{1}{4}\pi D^2 \cdot p$$

因飞轮转速  $n$  是 1 500 转/min, 所以每分钟对外做功次数为 750 次, 每分钟对外做功

$$\begin{aligned} W &= \frac{n}{2} \cdot F \cdot l = \frac{1}{4} n \pi D^2 p \cdot l \\ &= \frac{1}{4} \times 750 \times 3.14 \times (65 \times 10^{-3})^2 \times 9.58 \times 10^5 \times 55 \times 10^{-3} \\ &= 1.3 \times 10^5 \text{ (J)} \end{aligned}$$

故满负荷工作做功的功率

$$P=\frac{W}{t}=\frac{1.3 \times 10^5 \text{ J}}{60 \text{ s}}=2184 \text{ W}$$

(2) 汽油机每分钟燃料完全燃烧放出的热能:

$$Q=q \cdot m=4.6 \times 10^7 \text{ J/kg} \times 15 \times 10^{-3} \text{ kg}=6.9 \times 10^5 \text{ J}.$$

$$\text{汽油机的效率 } \eta=\frac{W}{Q}=\frac{1.3 \times 10^5 \text{ J}}{6.9 \times 10^5 \text{ J}}=18.8\%$$

由本例可知, 做物理题时, 往往先要将题目所述的物理过程分析清楚, 然后寻找相应的物理规律(公式)求解。

答案 (1) 2 184 W (2) 18.8%



### 演练赛题



### 基础训练

- 在北方的冬天, 汽车驾驶员常用水和酒精的混合物作为汽车冷却系统中的冷却液, 这是因为这种混合液具有( )
  - 较低的沸点
  - 较低的熔点
  - 较大的比热
  - 较小的密度
- 在烹炸食物时, 常会见到滚开的油锅中, 溅入一滴水后, 有剧烈的响声, 并溅起油来。其主要原因是( )
  - 溅入的水滴温度太低
  - 水是热的不良导体
  - 水的比热比油的比热大
  - 水的沸点比油的沸点低
- 如图所示, 在一个烧杯和一个试管中分别装有  $0^{\circ}\text{C}$  的碎冰, 将装有碎冰的试管放入烧杯中, 对烧杯加热, 当烧杯中的冰有一半熔化时, 试管中的冰( )
  - 全部熔化
  - 部分熔化
  - 熔化一半
  - 不会熔化
- 冬天, 医生检查牙齿时, 常把小镜子放在酒精灯上适当烤一烤, 然后再伸进病人口腔内, 这样做的主要目的是( )
  - 防止接触口腔时病人感到太凉
  - 进行消毒
  - 镜面不会产生水雾, 可以看清牙齿
  - 防止镜框受热膨胀, 致使镜片脱落
- 下列说法不正确的是( )
  - 人在运动时会大量出汗, 出汗可以调节体温
  - 冬天, 人们涂“护肤霜”“润面油”之类, 可防止皮肤的水分过分地蒸发

