# 2020年上海市普通高中学业水平等级性考试

# 物理 试卷

考生注意：

1．试卷满分100分，考试时间60分钟。

2．本考试分设试卷和答题纸。试卷包括三部分，第一部分为选择题，第二部分为填空题，第三部分为综合题。

3．答题前，务必在答题纸上填写姓名、报名号、考场号和座位号，并将核对后的条形码贴在指定位置上。作答必须涂或写在答题纸上，在试卷上作答一律不得分。第一部分的作答必须涂在答题纸上相应的区域，第二、三部分的作答必须写在答题纸上与试卷题号对应的位置。

## 一、选择题（共40分。第1-8小题，每小题3分；第9-12小题，每小题4分。每小题只有一个正确答案。）

1. β射线是（ ）

（A）原子核放射出的电子流 （B）原子核外电子电离形成的电子流

（C）原子核放射出的电磁波 （D）原子核外电子受激发产生的电磁波

1. 悬浮在水中的花粉颗粒所做的布朗运动表明（ ）

（A）分子间有斥力 （B）花粉颗粒有热运动

（C）分子间有引力 （D）液体分子有热运动

1. 一电动车在水平面内以恒定速率沿图示轨迹行驶，在a、b、c位置所受向心力大小分别为*F*a、*F*b、*F*c，则（ ）

a

b

c

（A）*F*c＞*F*a＞*F*b （B）*F*a＜*F*c＜*F*b

（C）*F*c＜*F*a＜*F*b （D）*F*a＞*F*c＞*F*b

1. 如图，在通电螺线管轴线上的a、b、c三点和外侧的d点中，磁感应强度最大的是（ ）

a

b

c

d

（A）a点 （B）b点

（C）c点 （D）d点

1. 一列横波的波长为1.4 m，在传播路径上某一质点从最大位移回到平衡位置的最短时间为0.14 s，该波的波速为（ ）

（A）0.4 m/s （B）2.5 m/s （C）5 m/s （D）10 m/s

1. 钥匙从距水面20 m高的桥侧自由下落，一竹筏前端在钥匙下落瞬间恰位于其正下方，该竹筏以2 m/s的速度匀速前进。若钥匙落入竹筏，则竹筏长度至少为（不考虑竹筏宽度，*g*取10 m/s2）（ ）

（A）2 m （B）4 m （C）6 m （D）8 m

1. 如图，接有直流电源*E*的光滑金属导轨水平放置，电阻不可忽略的导体棒ab静置于导轨上。电键S闭合后，导体棒将（ ）

a

b

E

S

（A）向左移动 （B）向右移动

（C）上下弹跳 （D）不动

1. 如图，线框abcd与通有恒定电流的长直导线MN共面。线框从位置 Ⅰ 按以下四种方式运动，磁通量变化的绝对值最大的是（ ）

a

M

N

b

c

d

Ⅲ

Ⅰ

Ⅱ

（A）平移到位置 Ⅱ

（B）以bc为轴转动到位置 Ⅱ

（C）以MN为轴转动到位置 Ⅲ

（D）平移到以MN为对称轴的位置 Ⅲ

1. 观察光的衍射现象的实验装置如图所示，用红色激光照射时得到某衍射条纹，为减小条纹宽度，可（ ）

光屏

单缝

激光器

（A）减小单缝宽度

（B）改用绿色激光照射

（C）增大单缝与光屏的距离

（D）减小激光器与单缝的距离

1. 在一次碰撞实验中，质量均为1.2×105 kg的两火车头从长为6.4 km的直轨道两端同时由静止起动，以0.25 m/s2的加速度相向运动，它们相撞前瞬间的总动能为（ ）

（A）0 （B）9.6×107 J （C）1.92×108 J （D）3.84×108 J

1. 以下各图中的p表示质子，e表示电子，距离*D*＞*d*，其中O点电场强度最大的粒子排布方式为（ ）

*d*

p

A

*D*

O

p

p

O

O

p

p

O

*d*

B

*D*

*d*

C

*D*

*d*

D

*D*

p

e

e

1. 如图，一玻璃管上端开口下端封闭，上管内径小于下管内径，管内用水银封住一定质量的气体。在大气压保持不变的情况下，气体温度缓慢升高，水银全部进入上管且未溢出，此过程中气体压强*p*随体积*V*的变化关系可能是（ ）

*p*

*O*

*V*

C

*p*

*O*

*V*

B

*p*

*O*

*V*

A

*p*

*O*

*V*

D

## 二、填空题（共20分）

1. 在“用单分子油膜估测分子的大小”实验中，把痱子粉均匀撒在水面有利于形成\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，便于记录实验数据。将一滴体积为*V*的油酸酒精溶液滴入水中，油膜充分散开后面积为*S*，若该溶液体积浓度为*η*，则估测出油酸分子的直径为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
2. 如图（a）所示电路中，*E*为电源，*R*是定值电阻，闭合电键S，移动滑动变阻器*R′*滑片P，根据电压表和电流表的示数，绘制*U*–*I* 图线如图（b）所示，滑片P移至最右端时对应图中a点。由图可知，*R′*的最大阻值为\_\_\_\_\_\_\_Ω，在滑片P移动过程中*R′*消耗的最大功率为\_\_\_\_\_\_\_W。

P

*R*

*R*′

A

V

（a）

*E*

S

*U*/V

*I*/A

a

0.6

0

3.0

2.0

（b）

1. 质量*m* = 1.67×10−27 kg的质子在高能粒子加速器中被加速到动能*E*k = 1.6×10−10 J。某同学根据*E*k = *mv*2计算出质子速度大小*v* = 4.38×108 m/s（计算无误）。此速度值的不合理之处是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，这说明\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
2. 质量为*m*、摆长为*L*的单摆，拉开一定角度后在*t*1时刻由静止释放，在*t*1、*t*2、*t*3（*t*1＜*t*2＜*t*3）时刻，摆球的动能*E*k与势能*E*p第一次出现如图所示关系，其中*E*0为单摆的总机械能。此单摆的周期为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，摆球在最低点的向心加速度为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（取摆球在最低点时的位置为零势能点）

*E*

*t*

*O*

*E*0

*E*p

*E*k

*t*1

*E*

*E*

*t*

*t*

*O*

*E*0/2

*E*p

*E*k

*t*2

*O*

*E*0

*E*p

*E*k

*t*3

1. 倒入容器中的啤酒会形成大量泡沫。将啤酒倒入量筒，实验结果表明泡沫的破裂与原子核的衰变遵循同样的统计规律，量筒中液面以上泡沫体积*V*随时间*t*变化的关系如图所示。泡沫上表面下降速度随时间\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填：“增大”、“不变”或“减小”）。假设泡沫均匀分布，量筒中泡沫从*t* = 0开始，经过1.5个“半衰期”后剩余的体积约为\_\_\_\_\_\_\_cm3。

150

100

50

100

200

300

400

500

*t*/s

*V*/cm3

*O*

## 三、综合题（共40分）

**注意：第19、20题在列式计算、逻辑推理以及回答问题过程中，要求给出必要的图示、文字说明、公式、演算等。**

1. （10分）图（a）是“用DIS研究机械能守恒定律”的实验装置。

定位

挡片

摆锤

释放器

光电门

A

C

B

D

（a）

（1）图（a）中定位挡片的作用是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（2）（多选）在实验中测得C点机械能明显偏大的原因可能是

（A）光电门放在C点偏下位置

（B）摆锤释放前，摆线处于松弛状态

（C）摆锤在运动中受到空气阻力的影响

（D）摆锤释放时，摆锤释放器在A位置上方

（3）在验证了摆锤运动过程机械能守恒后，某同学测量了摆锤下摆过程中各位置的动能*E*k，以及相应的摆线与竖直方向的夹角*θ*，得到图（b）的 *E*k–*θ* 图线。以最低点D为零势能点，由图线可得*θ* = 32°时摆锤的重力势能为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J。若摆锤质量为0.0075 kg，则此摆的摆长为\_\_\_\_\_\_\_m（摆长精确到小数点后两位）。

10

20

30

40

50

0.0025

0.0050

0.0075

0.0100

*E*k / J

*θ* / °

0

（b）

1. （15分）如图，足够长的光滑水平导轨间距*L* = 0.5 m、电阻不计，左端接有一电动势*E* = 3 V的电源，系统处于竖直向下的匀强磁场中。闭合电键S后，质量*m* = 0.1 kg、长度等于导轨间距的金属棒ab由静止开始运动，回路电流逐渐减小，稳定后棒的感应电动势等于*E*，回路电流为零。从电键闭合到棒达到稳定运动的过程中电源提供的能量*E*S = 10 J，电源、金属棒产生的焦耳热分别为*Q*1 = 0.5 J、*Q*2 = 4.5 J。

a

b

S

*E*, *r*

*R*

（1）求电源内阻*r*与金属棒电阻*R*的比值；

（2）求棒稳定运动时的速度*v*和磁感应强度大小*B*；

（3）分析说明电键闭合后棒的运动情况及能量转化关系。

1. （15分）足够长的斜面与水平面的夹角*θ* = 37°，质量*m* = 2 kg的物块静止于斜面底端。物块在平行于斜面向上的恒力*F* = 24 N作用下向上运动，经过*t* = 2 s后撤去*F*。物块与斜面间动摩擦因数*μ* = 0.25，最大静摩擦力与滑动摩擦力近似相等。（sin37° = 0.6，cos37° = 0.8，*g*取10 m/s2）求：

（1）求物体沿斜面向上运动所需的总时间；

（2）求上行过程中，撤去*F*前后，物块受到的摩擦力做功之比*k*；

（3）在*s*–*t*坐标中画出减速阶段物块运动的大致图线（设*t* = 0时物块位于出发点*s* = 0处）；

（4）分析说明为什么物体动能与势能相等的位置仅出现在沿斜面下行过程中；求该位置离斜面底端距离*L*（取斜面底端所在水平面为零势能面）。

# 2020年上海市普通高中学业水平等级性考试

# 物理 试卷

# 答案要点及评分标准

参考答案并不是官方版本。

## 一、选择题（共40分。第1-8小题，每小题3分，第9-12小题，每小题4分。）

1．A 2．D 3．A 4．C 5．B 6．B

7．B 8．D 9．B 10．C 11．C 12．C

3．【解析】由图可以看出三个位置的曲率半径的关系为：

*r*c < *r*a < *r*b

由向心力公式 *F* = *m*可得：*F*c > *F*a > *F*b。

正确选项为A。

5．【解析】由“质点从最大位移回到平衡位置的最短时间为0.14 s”可知，波的周期应满足= 0.14 s，即 *T* = 0.56 s；

由 *v* = 可求得波速 *v* = m/s = 2.5 m/s。

正确选项为B。

6．【解析】钥匙自由下落的时间 *t* = = s = 2 s。

在这段时间内竹筏运动的距离 *s* = *vt* = 2×2 m = 4 m。

正确选项为B。

7．【解析】会不会产生电磁感应（自感）现象？如果产生感应电流的话如何进一步分析导体棒的受力？用楞次定律推广形式得出棒向左运动是否合理？

感应电流应该不会大于原有的电流，只考虑左右两段导体中反向电流的相互斥力，选B。

8．【解析】设位置 Ⅰ 的磁通量为*Φ*I，根据对称性位置 Ⅲ 的磁通量为 − *Φ*I，由于位置 Ⅱ 距离通电导线较远，因此此位置的磁通量*Φ*II < *Φ*I。

选项A的情况中，Δ*Φ* = *Φ*I − *Φ*II；

选项B的情况中，Δ*Φ* = *Φ*I + *Φ*II；

选项C的情况中，Δ*Φ* = *Φ*I − *Φ*I = 0；

选项D的情况中，Δ*Φ* = *Φ*I + *Φ*I；

正确选项为D。

10．【解析】设相撞时火车头的速度为 *v*，由对称性和匀加速直线运动的规律可得：

= ，解得：*v* = 40 m/s

总动能*E*k = 2×*mv*2 = 1.2×105×402 J = 1.92×108 J。

正确选项为C。

12．【解析】首先，气体温度升高，导致体积增大，液柱的高度增大，气体的压强也随之增大。关键在于证明 为常量。

设上、下管的截面积分别为 *S*1、*S*2，气柱长度增加了 Δ*h*，则：

气柱的体积增量 Δ*V* = Δ*h*·*S*2；

液柱的高度增量为 − Δ*h*，压强增量为 Δ*p* = *ρg*Δ*h* (·− 1)；

 = = *ρg* ( − ) 为常量，因此图线应为直线。

当液柱全部进入上管之后，高度保持不变，气体做等压变化，图线为水平直线。

正确选项为C。

12题相似题【2012年徐汇二模】如图（甲）所示为一下粗上细且上端开口的薄壁玻璃管，管内有一部分水银封住密闭气体，上管足够长，图中大小截面积分别为 *S*1 = 2 cm2、*S*2 = 1 cm2，粗细管内水银长度分别为 *h*1 = *h*2 = 2 cm，封闭气体长度为*L* = 22 cm。大气压强为*p*0 = 76 cmHg，气体初始温度为57℃。求：

（1）若缓慢升高气体温度，升高至多少开尔文方可将所有水银全部挤入细管内；

（2）若温度升高至492 K，液柱下端离开玻璃管底部的距离；

（3）在图（乙）中作出全过程的*p*-*V*图像。

*V*/cm3

（乙）

79

40

*p*/cmHg

80

81

82

44

48

52

60

56

64

68

83

（甲）

*S*1

*S*2

*h*2

*h*1

*L*

## 二、填空题（共20分）

13．清晰的边界轮廓， 14．10，0.45

15．值超过了光速，牛顿运动定律只能适用于宏观、低速的情况

16．4(*t*3－*t*1)， 17．减小，60.1

14．【解析】（1）由 *U*–*I* 图像的截距、斜率可得：

*E* = 3 V，*r*等 = *R* + *r* = 5 Ω。

当电压表读数最大时，*R′*的阻值也最大，有：

*U* = *E*

2 = ×3

解得：*R*′ = 10 Ω

（2）当 *R*′ = *R* + *r* = 5 Ω 时，消耗的功率最大，为

*P*m = = W = 0.45 W

14类似习题．【2008年嘉定一模】如图所示，*R*1、*R*2为定值电阻，*R*3为滑动变阻器。3个电阻采用如图（a）方式接在*E* = 8 V、*r* = 1 Ω的电源上。现利用电压传感器（相当于电压表）和电流传感器（相当于电流表）研究*R*3上的电压与电流变化关系，任意滑动*R*3上的滑片，通过数据采集器将电压与电流信号输入计算机后，在屏幕上得到的*U-I*图像为如图（b）所示的一条直线（实线部分）。试求：

*U*/V

*I*/A

6

4

0 2

图（b）

数据

采集器

电压

传感器

电流

传感器

计算机

*R*1

*R*2

*R*3

图（a）

（1）*R*1的阻值；

（2）*R*2的阻值；

（3）*R*3的最大阻值。

16．【解析】（1）摆球在最高点重力势能最大，在最低点动能最大，从最高点到最低点用时= *t*3 − *t*1，因此周期*T* = 4(*t*3 − *t*1)。

（2）由 *a* = 和 *E*0 = *mv*2可得：*a* = 。

17．【解析】（1）此图线的斜率在减小，即体积的变化率在减小，因此上表面下降速度随时间在减小。

（2）由图可得，体积减小为原来一半的时间、即半衰期为200 s，则1.5个“半衰期”为300 s，从纵坐标可以得出体积约为60.1 cm3。

（注意：上海高考不要求衰变规律，计算题做法应是*V* = *V*0· = 170×cm3 = 60.10 cm3）

（2002年搞笑诺贝尔物理学奖：颁给德国慕尼黑大学雷克发现了“指数衰变定律”可以用来预测啤酒泡沫可以存在多久。

张怀华老师的研究：[实验探究啤酒泡沫的衰减规律](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzAwNDU1MTY0MQ==&mid=2657924407&idx=1&sn=2824930770db244e0d0911b24f0a5e4d&chksm=80b23381b7c5ba97b98af0d4b29d0b990db40325801ca6c2503b721dea5f48a87296af430cb9&mpshare=1&scene=1&srcid=0717o1iTEALw7tpVdStzsADH&sharer_sharetime=1594956375621&sharer_shareid=f807819a4490006cdd45343c101695ea&exportkey=AXq1HNf%2FPMPjAxGhZLGVC%2Bs%3D&pass_ticket=9QJswaG%2BnCoSmWG1DwlGAIpfecBbZu%2B9yFv0M7yC%2FU%2Fwsk%2BWppstn0nFfs41XBCc&wx_header=0#rd)。）

## 三、综合题（共40分）

18．（本题共10分）

（1）定性研究在改变摆长时，机械能是否守恒

（2）AD

（3）0.0045，0.40

【解析】（3）在图线上找到 32° 对应的纵坐标，动能为 0.0060 J，0° 对应的纵坐标对应为机械能 0.0105 J，因此重力势能为 0.0045 J。

设摆长为*l*，根据机械能守恒定律，释放位置的重力势能等于最低点的动能，则有：

*mgl*（1 − cos50°） = 0.0105

0.0075×9.8×*l*×(1 − cos50°) = 0.0105

*l* = 0.40 m

19．【解】（1）设电路的电流大小为 *I*，电源产生的焦耳热可表示为 *Q*1 = *I*2*rt*，金属棒产生的焦耳热可表示为 *Q*2 = *I*2*Rt*，因此：

*r*∶*R* = *Q*1∶*Q*2 = 1∶9。

（2）根据能量守恒定律，电源提供的能量一部分变为回路中产生的焦耳热，一部分转化为金属棒的动能，因此有：

*E*S = *Q*1 + *Q*2 + *mv*2

10 = 0.5 + 4.5 + 0.5×0.1×*v*2

*v* = 10 m/s

稳定后棒的感应电动势等于*E，*即

*E = BLv*

3 = *B*×0.5×10

*B* = 0.6 T

（3）电键S闭合后，ab棒受到向右的安培力，产生向右的加速度，棒向右加速运动。根据右手定则，棒中会产生一个向上的感应电动势，与电池电动势方向相反，导致棒中的电流减小，有

*F*安 = *BIL* = *B*··*L* = *ma*

由此式可知，随着*v*的增加，*I*减小，*a*减小，棒做加速度减小的加速运动。

当*E* = *BLv*时，*I* = 0，最后棒做匀速直线运动。

此过程中，电池的电能一部分转化为内电路和金属棒的内能，一部分转化为棒的动能。

第19题类似习题【2008学年虹口一模】如图所示，线框用裸导线组成，cd、ef两边竖直放置且相互平行，裸导体ab水平放置并可沿cd、ef无摩擦滑动，在螺线管内有图示方向磁场*B*1，若 = 10 T/s均匀增加，而ab所在处为匀强磁场*B*2 = 2 T，螺线管匝数*n* = 4，螺线管横截面积*S* = 0.1 m2。导体棒*ab*质量*m* = 0.02 kg，长*L* = 0.1 m，整个电路总电阻*R* = 5 Ω，试求（*g*取10 m/s2）：

a

b

c

d

e

f

*B*1

*B*2

（1）ab下落时的最大加速度。

（2）ab下落时能达到的最大速度。

*G*

*F*

*N*

*f*

20．（1）向上加速时，受力如图所示。根据牛顿第二定律有：

*F* − *mg*sin37° − *μmg*cos37° = *ma*1

24 − 20×0.6 − 0.25×20×0.8 = 2*a*1

*a*1 = 4 m/s2

*t* = 2 s末的速度 *v* = *a*1*t* = 4×2 m/s = 8 m/s

撤去 *F* 后，受力如图所示。有

*mg*sin37° + *μmg*cos37° = *ma*2

*G*

*N*

*f*

*a*2 = *g*sin37° + *μg*cos37° = (6 + 2) m/s2 = 8 m/s2

速度降为零所需时间 *t*′ = = s = 1 s

物体沿斜面向上运动所需的总时间为：*t* + *t*′ = 3 s

（2）*s*1 = = m = 8 m，*s*2 = = m = 4 m

*W*f1∶*W*f2 = − *fs*1∶− *fs*2 = *s*1∶*s*2 = 2∶1

（3）如图所示，匀减速运动的 *s*–*t* 图像为一条抛物线。

*t*/s

*O*

*s*/m

1

12

4

8

2

3

（4）0 ~ 2 s 过程中，动能可以表达 *E*k = *mv*2 = *m*(2*a*1*s*) = *ma*1*s* = 4*ms*，重力势能可以表达为 *E*p = *mgs*sin37° = 6*ms*，可知 *E*k < *E*p，即动能一直小于重力势能；

2～3 s过程中，动能减小，重力势能继续增大，动能依旧小于重力势能。

下滑过程中，受力如图所示。有：

*G*

*N*

*f*

*mg*sin37° − *μmg*cos37° = *ma*3

*a*3 = *g*sin37° − *μg*cos37° = (6 − 2) m/s2 = 4 m/s2

*E*k = *E*p

*mv*2 = *mgL*sin37°

*m*[2*a*3(*s*1 + *s*2 − *L*)] = *mgL*sin37°

4×(12 − *L*) = 10×*L*×0.6

*L* = 4.8 m

（此题用动能定理也可以）

# 专家点评

2020年6月6日下午，上海市普通高中学业水平等级性考试物理科目顺利开考。考试结束后，市教育考试院邀请相关专家、学者对试题进行深度解析。大家一致认为，今年物理学科等级考试题突出基础考查、注重学科综合、关注问题解决、引导科学探究，彰显了学科育人功能和价值导向。

## 一、紧贴命题要求，突出基础考查

全卷共20题，分为选择、填空、综合三类题型。其中，力学约占46%，电磁学约占32%，热学约占11%，光学和原子物理约占11%。实验内容分布在全卷中，总量约占22%。试卷结构稳定，突出了对主干知识的考查，有较好的区分度。

试卷紧扣学业水平考的命题要求，围绕有代表性的核心概念、重要规律，设置问题情境，引导考生关注基本概念、基本规律的学习。如根据电动车在水平面上运动轨迹弯曲程度不同比较向心力大小；又如比较通电螺线管内外不同位置磁感应强度大小；再如在某一具体情境中判断气体压强与体积变化关系等。

## 二、注重学科综合，凸显素养发展

主观型试题综合性强，注重知识的融会贯通，既考查考生对具体物理概念、规律的理解和认识，也引导考生形成系统的知识结构和认知体系，提升学科素养。如金属棒在磁场中运动的综合题就考查了闭合电路、安培力、能量转换及守恒等知识，以及物理建模、受力分析、过程分析、语言表达等能力。

## 三、体现实际应用，关注问题解决

试题关注物理知识在学科内、学科间以及社会生活等方面的应用，着力将物理概念、物理规律、物理思想方法用于解决生产生活、科学技术以及社会发展的各种问题。如钥匙从桥侧落到竹筏上的试题，要求考生通过构建质点、匀速运动和自由落体运动等模型，化具象为抽象，再应用运动学规律得出具体结果；又如以车辆碰撞试验为背景，综合运用动能概念、匀加速运动规律得出碰撞瞬间动能的巨大数值，渗透安全教育。

## 四、引导科学探究，提高创新能力

部分试题具有较强的创新性，重视考查考生敏锐发现旧事物的缺陷、捕捉新事物的萌芽，通过运用科学探究中的猜想、推理等要素解决问题。如高能粒子一题，从牛顿力学到相对论革命的历史进程中，设计新颖的试题呈现方式和设问方式，要求考生在新情境中主动思考，完成开放性、探究性的任务。

全卷通过对学科基本概念、基本原理、基本技能和思想方法的考查，引领考生认识物理学科的本质，把对试题的关注，转向对试题背后物理原理和物理思想方法的理解。聚焦素质教育的培养目标，体现“立德树人、服务选才、引导教学”的核心功能。