**练习题一 流体流动和流体输送机械**

**一、基础知识-单项选择题**

1. 在静止的流体内，单位面积上所受的压力称为流体的( C )。

A. 绝对压力；B. 表压力；C. 静压力；D. 真空度。

2. 以绝对零压作起点计算的压力，称为( A)。

A. 绝对压力；B. 表压力；C. 静压力；D. 真空度。

3. 当被测流体的(D)大于外界大气压力时，所用的测压仪表称为压力表。 A. 真空度；B. 表压力；C. 相对压力；D. 绝对压力。

4．被测流体的( D)小于外界大气压力时，所用测压仪表称为真空表。

A. 大气压；B. 表压力；C. 相对压力；D. 绝对压力。

5．(A)上的读数表示被测流体的绝对压力比大气压力高出的数值，称为表压力。

A. 压力表；B. 真空表；C. 高度表；D. 速度表。

6. 设备内的真空度愈高，即说明设备内的绝对压强(B )。

A. 愈大； B. 愈小； C. 愈接近大气压

7. 从流体静力学基本方程了解到U型管压差计测量其压强差是(A)。

A. 与指示液密度、液面高度有关，与U形管粗细无关；

B. 与指示液密度、液面高度无关，与U形管粗细有关；

C. 与指示液密度、液面高度无关，与U形管粗细无关。

8. 双液U型管压差计要求指示液的密度差(C )。

A.大； B. 中等； C. 小；D. 越大越好。

9. 一般情况下，液体的黏度随温度升高而(B )。

A. 增大； B. 减小； C. 不变。

10.定态流动是指流体在流动系统中,任一截面上流体的流速、压强、密度等与流动有关的物理量(A )。

A. 仅随位置变，不随时间变；

B. 仅随时间变，不随位置变；

C.既不随时间变，也不随位置变。

11. 水箱中的水从孔口自由流出，流出量为*q*出，同时向水箱注入水量为*q*进，属于稳定流动是(B)。

A. *q*出<*q*进； B. *q*出=*q*进； C. *q*出<*q*进。

12.水在一条等径垂直管内作定态连续流动时，其流速(C )。

A. 会越流越快； B. 会越流越慢； C. 不变。

13.在稳定流动系统中，水由粗管连续地流入细管，若粗管直径是细管的2倍，则细管流速是粗管的(C )倍。

A. 2； B. 8； C. 4。

14．对于(B )，当量直径等于四倍的流通截面积除以润湿周边。

A. 圆形管； B. 非圆形管； C. 矩形管； D. 直管。

15. *u*2/2的物理意义是表示流动系统某截面处(A )流体具有的动能。

A. 1kg； B. 1N； C. 1m。

16．柏努利方程式中的*u*2/2项表示单位质量流体所具有的(B )。

A. 位能； B. 动能； C. 静压能； D. 有效功。

17．柏努利方程式中的(A )项表示单位质量流体所具有的位能。

A. gz； B. *u*2/2； C. *p*/ρ； D. *h*e。

18．柏努利方程式中的(C )项表示单位质量流体所具有的静压能。

A. gz； B. *u*2/2； C. *p*/ρ； D. *h*e。

19．柏努利方程式中的(D)项表示单位质量流体通过泵（或其他输送设备）所获得的能量，称为有效功。 D.

A. gz B. *u*2/2 C. *p*/ρ D. *h*e。

20．柏努利方程式中的(D)项表示单位质量流体因克服流动阻力而损失的能量。

A. gz； B. *u*2/2； C. *p*/ρ； D. *h*f。

21．层流与湍流的本质区别是(D)。

A. 湍流流速＞层流流速； B. 流道截面大的为湍流，截面小的为层流；

C. 层流的雷诺数＜湍流的雷诺数；D. 层流无径向脉动，而湍流有径向脉动。

22．流体在管内作(A )流动时，其质点沿管轴作有规则的平行运动。

A. 层流；B. 湍流；C. 过渡流；D. 漩涡流。

23．流体在管内作(B )流动时，其质点作不规则的杂乱运动。

A. 层流；B. 湍流；C. 过渡流；D. 漩涡流。

24．流体在圆管内(A )流动时，平均速度是最大速度的一半。

A. 层流；B. 湍流；C. 过渡流；D. 漩涡流。

25．圆直管内流动流体，湍流时雷诺准数是(B )。

A. *R*e ≤ 2000； B. *R*e ≥ 4000； C. *R*e = 2000～4000。

26．流体在直管中流动，当(A )≤2000时，流体的流动类型属于层流。

A. *R*e； B. *P*r； C. *N*u； D. *G*r。

27．流体在直管中流动，当*R*e(B )4000时，流体的流动类型属于湍流。

A. ＜；B. ≥；C. ≤ ；D. ≠。

28．流体在直管中流动，当2000＜(A)＜4000时，流体的流动类型属于不稳定的过渡区。

A. *R*e；B. *P*r；C. *N*u；D. *G*r。

29. 流体在管内作湍流流动时，层流内层的厚度随雷诺数*Re*的增大而(B )。

A. 增厚 B. 减薄 C. 不变

30. 流体在圆管内流动时，管中心流速最大，若为层流时，平均流速与管中心的最大流速的关系为(A)。

A. *u*m＝1/2*u*mA.x； B. *u*m＝0.8*u*mA.x； C. *u*m＝3/2*u*mA.x。

31. 流体在圆管内流动时，管中心流速最大，若为湍流时，平均流速与管中心的最大流速的关系为(B)。

A. *u*m＝1/2*u*mA.x； B. *u*m＝0.8*u*mA.x； C. *u*m＝3/2*u*mA.x。

32. 流体流动时产生摩擦阻力的根本原因是(C )。

A. 流动速度大于零； B. 管边不够光滑； C. 流体具有黏性。

33. 利用因次分析法的目的在于(A )。

1. 使实验和关联工作简化； C. 建立数学表达式；
2. 增加实验结果的可靠性； D. 避免出现因次错误；

34. 水在圆形直管中作滞流流动，流速不变，若管子直径增大一倍，则阻力损失为原来的(A )。

A. 1/4； B. 1/2； C. 2倍。

35. 流体在圆形直管内作层流流动时，阻力与流速的（C）成比例，作完全湍流时，则与流速的(A )成比例。

A.平方； B. 五次方； C. 一次方

36. 在稳定流动的并联管路中，管子长，直径小，而摩擦系数大的管段，通过的

流量(C )。

A. 与主管相同； B. 大； C. 小

37. 转子流量计的主要特点是(C )。

A. 恒截面、恒压差； B. 变截面、变压差；

C. 恒流速、恒压差； D. 变流速、恒压差。

38. 用皮托管来测量气体流速时，其测出来的流速是指(C )。

A. 气体的平均流速；B. 气体的最大流速；

C. 皮托管头部所处位置上气体的点速度。

39. 孔板流量计的主要缺点是(C )。

A. 结构复杂； B. 不能测量流速； C. 阻力损失过大； D. 价格过高。

40. 选择下述流体在管路中常用的流速

(1) 过热水蒸气( D)； (2) 水及一般液体(A )；

(3) 压强较高的气体(C )； (4)粘度较大的液体(B )。

1. 1~3m/s； B. 0.5~1m/s； C. 15~25m/s； D. 30~50m/s。

41. 离心泵开动以前必须充满液体是为了防止发生(A )。

A. 气缚现象； B. 汽蚀现象； C. 汽化现象； D. 气浮现象。

42. 离心泵铭牌上标明的扬程是指(D)。

A. 功率最大时的扬程； B. 最大流量时的扬程；

C. 泵的最大扬程； D. 效率最高时的扬程。

43. 某泵在运行的时候发现有气蚀现象应(B )。

A. 停泵，向泵内灌液； B. 降低泵的安装高度；

C. 检查进口管路是否漏液； D.检查出口管阻力是否过大。

44. 离心泵最常用的调节方法是(B)。

A. 改变吸入管路中阀门开度； B. 改变出口管路中阀门开度

C. 安装回流支路，改变循环量的大小； D. 车削离心泵的叶轮

45. 旋涡泵常用的调节方法是(C)。

A. 改变吸入管路中阀门开度； B. 改变出口管路中阀门开度；

C. 安装回流支路，改变循环量的大小。

46. 以下型号的泵不是水泵(C)。

A. B型；B. D型； C. F型；D. H型

47. 有两种说法（1）往复泵启动不需要灌水（2）往复泵的流量随扬程增加而减少则(C )。

A. 两种说法都不对； B. 两种说法都对；

C. 说法（1）正确，说法（2）不正确；

D. 说法（1）不正确，说法（2）正确。

48. 以下种类的泵具有自吸能力(C )。

A. 旋转泵与旋涡泵 B. 齿轮泵与旋涡泵 C. 往复泵 D. 离心泵。

49．以下说法不正确的是(D )。

A. 离心泵应在出口阀门关闭时启动；

B. 离心泵应在出口阀门关闭时关闭；

C. 往复泵有自吸作用，启动前无需灌泵；

D. 往复泵有自吸作用，对安装高度无限制。

50. 调节泵的工作点可采用改变管路特性曲线的方法来达到，其具体措施是(C )。

A. 调节泵的进口阀； B. 调节泵的转速；

C. 调节泵的出口阀； D. 调节支路阀。

51. 离心泵的调节阀的开度改变，则(C )。

A.不改变管路性能曲线；B. 不会改变工作点；C. 不会改变泵泵的特性曲线

52. 离心泵效率最高的点是(C)。

A. 工作点； B. 操作点； C. 设计点； D.计算点

53. 离心泵的扬程是指单位重量流体经过泵以后以下能量的增加值(B )。

A. 包括内能在内的总能量； B. 机械能； C. 压强能

54. 离心泵铭牌上标明的扬程是(D)。

A. 功率最大时的扬程； B. 最大流量时的扬程；

C. 泵的最大量程； D. 效率最高时的扬程。

55. 由离心泵基本方程式导出的理论特性曲线（H-Q）其形状是(A)。

A.直线； B. 抛物线； C. 双曲线； D.三次曲线

56. 离心泵停车时要(A)。

A. 先关出口阀后断电； B. 先断电后关出口阀

C. 先断电先关出口阀均可； D. 单极式的先断电，多级式的先关出口阀。

57. 离心通风机铭牌上的标明风压是100mm H2O意思是(D )。

A. 输任何条件的气体介质的全风压都达到100mm H2O；

B. 输送空气时不论流量的多少，全风压都可达到100mm H2O；

C. 输送任何气体介质当效率最高时，全风压为100mm H2O；

D. 输送 20℃，101325Pa的空气，在效率最高时全风压为100mm H2O。

58. 将含晶体10%的悬浊液送往料槽宜选用(C)。

A. 离心泵； B. 往复泵； C. 齿轮泵； D. 喷射泵

59. 离心泵吸入管路底阀的作用是(B)。

A. 阻拦液体中的固体颗粒； C. 避免出现气蚀现象；

B. 防止启动充入的液体从泵内漏出；D. 维持最低的允许吸上高度。

**二、知识应用-单项选择题**

1. 用U型压差计测量压强差时，压强差的大小( A)。

A. 与读数*R* 有关，与密度差（*ρ*指-*ρ*）有关，与U形管粗细无关；

B. 与读数*R* 无关，与密度差（*ρ*指-*ρ*）无关，与U形管粗细有关；

C. 与读数*R* 有关，与密度差（*ρ*指-*ρ*）无关，与U形管粗细无关；

D. 与读数*R* 有关，与密度差（*ρ*指-*ρ*）无关，与U形管粗细有关。

2. 某设备上真空表读数为0.09MPa，若当地大气压强为0.1MPa，则设备内绝对压强为(B )。

A. 101.33kPa； B. 10kPa； C. 0.91kPa； D. 90kPa。

3. 某离心泵入口处真空表的读数为200mmHg ， 当地大气压为101kPa, 则泵入口处的绝对压强为(A )。

A. 74.3kPa； B. 101kPa； C. 127.6kPa。

4. 关于水流流向的正确说法是(D )。

A. 水一定是从高处流向低处；

B. 水一定是从流速大处流向流速小处；

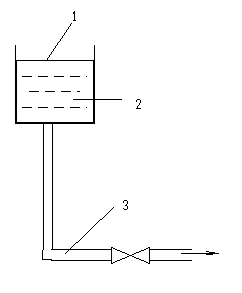
C. 水一定是从压强大处流向压强小处；

D. 水一定是从机械能高处流向机械能低处。

5. 不可压缩流体在等径水平直管中作稳定流动时，由于内摩擦阻力损失的能量是机械能中的(B )。

A. 位能； B. 静压能； C. 内能； D. 动能。

6. 如下图，若水槽液位不变，①、②、③点的流体总机械能的关系为(B )。



A. 阀门打开时，①>②>③；

B. 阀门打开时，①=②>③；

C. 阀门打开时，①=②=③；

D. 阀门打开时，①>②=③。

7. 在相同条件下，缩小管径，雷诺数(A)。

A. 增大； B. 减小； C. 不变。

8. 在相同管径的圆形管道中，分别流动着粘油和清水，若雷诺数*Re*相等，二者的密度相差不大，而粘度相差很大，则油速( A )水速。

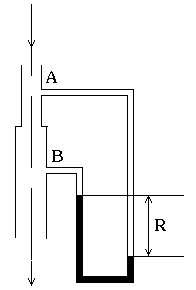
A. 大于； B. 小于； C. 等于。

9. 一敞口容器，底部有一出水管(如图示)。容器内水面保持恒定，管内水流动的速度头为0.5m水柱。水由容器流入管内，则2点的表压*p*2=(C )水柱。

A. 1.5m； B. 1.0m； C. 0.75m； D. 0.5m。



10. 如图所示，连接A、B.两截面间的压差计的读数*R*表示了( C )的大小。



A. A、B间的压头损失*H*f,A-B.；

B. A、B间的压强差△*P*；

C. A、B间的压头损失及动压头差之和；

D. A、B间的动压头差(*u*A2－*u*B.2)/2*g*。

11. 某流体在直管中作层流流动，在流速不变的情况下，管长、管径同时增加一倍，其阻力损失为原来的(B )。

A. 2倍； B. 0.5倍； C. 1倍； D. 20.8倍。

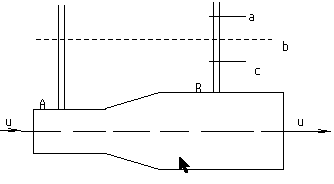
12．层流底层越薄( C )。

A．近壁面速度梯度越小； B.．流动阻力越小；

C．流动阻力越大； D．流体湍动程度越小。

13. 柏努利方程的物理意义可以从题图中得到说明，若忽略A，B.间的阻力损失，试判断B.玻璃管水面所处的刻度(A )。

A. a位置； B. c位置； C. B.位置。



14. 有两种关于粘性的说法：

(1) 无论是静止的流体还是运动的流体都具有黏性。

(2) 黏性只有在流体运动时才会表现出来。

正确的结论应是(D )。

A．这两种说法都对； B.．这两种说法都不对；

Ｃ．第一种说法对，第二种说法不对； Ｄ．第二种说法对，每一种说法不对。

15. 当离心泵内充满空气时，将发生气缚现象，这是因为( B )。

A. 气体的黏度太小； B. 气体的密度太小；

C. 气体比液体更容易起旋涡； D. 气体破坏了液体的连续性。

16. 用离心泵将水池的水抽吸到水塔中，若离心泵在正常操作范围内工作，开大出口阀门将导致(A )。

A. 送水量增加，整个管路阻力损失减少；

B. 送水量增加，整个管路阻力损失增大；

C. 送水量增加，泵的轴功率不变；

D. 送水量增加，泵的轴功率下降。

17. 某液体流过如图四所示等径圆管，管段长度AB.=CD，则如下式子中(C)式不成立。

A. 势能差： ；

B. 能量损失：*h*f, A-B.=*h*f, C-D；

C. 压强差：*p*B.-*p*A=*p*D-*p*C ；

D. U型压差计读数：*R*1=*R*2。



18. 某泵在运行1年后发现有气缚现象，应(C )。

A 停泵，向泵内灌液； B. 降低泵的安装高度；

C 检查进口管路有否泄漏现象； D 检查出口管路阻力是否过大。

19. 某并联管路由１、２两个支路组成，该两支路的流体均作滞流流动。当=2，=2时，则：

(1)  ( C )

A. 1/2； B. 1/4； C. 1； D. 4； E. 2。

(2)  ( A)

A. 2； B. 1/2； C. 4； D. 1/4； E. 1。

(3)  (A )

A. 8； B. 16； C. 4； D. 2； E. 1。

20. 关于离心泵的并联、串联，下述说法中错误的是( D )。

A. 两台相同的泵并联后，并联管路流量增大，相应的流体阻力要增加；

B. 两台相应的泵串联后，每台泵均在较大流量、较低压关下工作；

C. 当吸液液位变化较大时，可根据所需压头的大小，采用两台或多台泵串联起来使用；

D. 离心泵并联的台数越多，流量增加得越多。

21. 完成下面各类泵的比较：

(1) 离心泵(D )； (2) 往复泵(A)； (3) 旋涡泵(C )。

流量可变，压头不很高，适用于粘性大的流体；

A. 流量不均匀，压头根据系统需要而定，用旁路阀调节流量；

B. 流量恒定，压头随流量变化，往复运动振动很大；

C. 流量较小，压头可达很高，适于输送油类及粘稠性液体；

D. 流量均匀，压头随流量而变，操作方便。

22. 完成下述各种流量计的比较：

(1) 孔板流量计 (E ) (2) 文丘里流量计( C) (3) 转子流量计 ( D)

A. 调换方便，但不耐高温高压，压头损失较大；

B. 能耗小，加工方便，可耐高温高压；

C. 能耗小，多用于低压流体的输送，但造价高；

D. 读取流量方便，测量精度高，但不耐高温高压；

E. 制造简单，调换方便，但压头损失大。

**三、知识应用-多项选择题**

1. 微差压差计对两种指示液的要求是(ABDE )。

A．密度相近；

B．不互溶；

C．Ｕ形管内的指示液与被测流体不相溶；

D．扩大室内的指示液与被测流体不相溶；

E．扩大室内指示液的密度小于Ｕ形管內指示液的密度。

2. 稳定流动系统的总能量衡算式所包括的能量可以划分为两大类：一类是机械能，即(ACDF )，此类能量在流体流动过程中可以互相转变；另一类包括(BE )，这类能量不能直接转变为机械能而用于流体输送。

A. 位能； B. 内能； C. 外功； D. 动能； E. 热能； F. 静压能

3. 下列结论正确的是(ABC )。

A. 液体的粘度随温度升高而减小；

B. 气体的粘度随温度升高而增大；

C. 液体的粘度基本不随压强变化；

D. 气体的粘度随压强增大而减小

4. 孔板流量计计算公式中的孔流系数与(ACD )有关。

A. 流体流经孔板的能量损失； B. 管壁的粗糙度；

C. 取压法； D. ／*Ａ*的比值

5. 下面关于因次分析法的说法中不正确的是(CD )。

A. 只有无法列出描述物理现象的微分方程时，才采用因次分析法；

B. 因次分析法提供了找出复杂物理现象规律的可能性；

C. 因次分析法证明，无论多么复杂的过程，都可通过理论分析的方法来解决；

D. 因次分析法能解决的问题普通实验方法也同样可以解决

6. 下述各类泵中属于正位移泵的有(ABE )。

A. 隔膜泵； B. 齿轮泵； C.轴流泵； D.旋涡泵； E.螺杆泵。

7. 离心泵产生气蚀的原因可能是(BCD)。

A. 启动前没有充液； C. 被输送液体温度较高；

B. 安装高度过大； D. 安装地区的大气压较低。

8. 离心泵的允许安装高度与( ABC )有关。

A. 被输送液体的物理性质； C. 泵的结构、流量；

B. 当地大气压； D. 泵的扬程

**四、知识应用-填空题**

1. 稳定流动中，流速只与 位置 有关；而不稳定流动中，流速除与位置有关外，还与时间有关。

2. 气体的粘度随温度升高而增加，水的粘度随温度升高而减小。

3. 测量流体流量的流量计主要有如下四种:孔板流量计文丘里流量计， 皮托管测速计，转子流量计，测量管内流体点的速度, 则用皮托管测速计。

4. 雷诺准数的表达式为。当密度*ρ*＝1000kg/m3，粘度*μ*=1厘泊的水，在内径为*d*=100mm，以流速为1m/s在管中流动时，其流动类型为 湍流 。

5. 水由敞口恒液位的高位槽通过管道流向压力恒定的反应器，当管道上阀门的开度减小时，水流量将 减小 ，摩擦系数 增加 ，管道总阻力 不变 。

6. 测流体流量时，随流量增加孔板流量计两侧压差值将增加 ，若改用转子流量计，随流量增加转子两侧压差值将 不变 。

7. 某长方形截面的通风管道, 其截面尺寸为30×20mm,其当量直径*d*e为 24mm 。

8. 当地大气压为750mmHg时, 测得某体系的表压为100mmHg,则该体系的绝对压强为 850 mmHg, 真空度为 -850 mmHg。

9. 当地大气压为750mmHg时, 测得某体系的表压为100mmHg，则该体系的绝对压强为113404Pa, 真空度为-113404Pa。。

10. 米糠油在管中作流动，若流量不变, 管径不变，管长增加一倍，则摩擦阻力损失为原来的 2 倍。

11. 管出口的局部阻力系数等于 1 ，管入口的局部阻力系数等于 0.5 。

12. 某输水的水泵系统,经管路计算得，需泵提供的压头为*H*=19m水柱，输水量为20kg·s-1，则泵的有效功率为 3727.8W 。

13. 离心泵的主要部件有如下三部分： 泵壳 ，叶轮， 泵轴 。

14. 泵起动时，先关闭泵的出口开关的原因是防止启动电流过大烧电机。

15. 离心泵的流量调节阀安装在离心泵出口管路上，关小出口阀门后，真空表的读数减小，压力表的读数增加。

16. 离心泵的工作点是泵特性曲线与管路特性曲线的交点。

17. 泵的扬程的单位是m，其物理意义是离心泵对单位重量流体所做的有效功。

18. 离心泵输送的液体粘度越大，其扬程降低，流量降低，轴功率增加，效率降低。

19. 离心泵输送的液体密度变大，则其扬程不变，流量不变，效率不变，轴功率增加。

20. 在离心泵工作时，用于将动能转变为压能的部件是泵壳。

21. 在离心泵工作时，调节流量度最方便方法是调节出口管路阀门。

22. 某一离心泵在运行一段时期后，发现吸入口真空表读数不断下降，管路中的流量也不断减少直至断流。经检查，电机、轴、叶轮都处在正常运转后，可以断定泵内发生气缚现象；应检查进口管路有否漏气现象。

23. 往复泵的理论压头随流量的增大而不变。

**五、知识应用-简答题**

**答案略**

**六、知识应用-计算题**

例二1. 密度为900kg/m3的料液从高位槽送入塔中，高位槽内的液面维持恒定。塔内表压强为9.81×103 Pa，进料量为4m3/h。连接管直径为*φ*38×2.5mm，料液在连接管内流动时的能量损失为30J/kg（不包括出口的能量损失）。求：高位槽内的液面应比塔的进料口高出多少？

**解：**以高位槽液面为上游截面1-1，连接管出口内侧为下游截面2-2，并以截面1-1为基准水平面，在两截面间列柏努利方程：



式中：，



将上述数值代入柏努利方程，解得：



2. 用离心泵将原油从油库沿管内径为150mm、长1.8千米(包括局部阻力的当量长度)的水平管送往炼油厂。输油量为40m3/h。油泵的总效率为0.75。输送条件下，流动摩擦阻力系数为0.31。设油库和炼油贮罐均为常压，输送油品的密度为890 kg/m3。求泵的轴功率。

**解：**以油库为上游截面1-1，炼油厂为下游截面2-2，在水平管两截面间列柏努利方程：

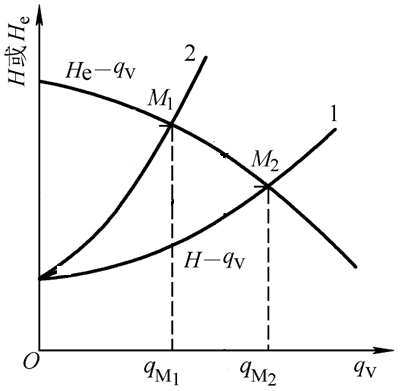


式中：









3. 用离心泵向水洗塔送水。在规定转速下，泵的送水量为0.013m3/s，压头为45米。当泵的出口阀全开时，管路特性方程为：

 （*qV*的单位为m3/s）

为了适应泵的特性，将泵的出口阀关小以改变管路特性。试求：

（1）因关小阀门而损失的压头；

（2）关小阀门后的管路特性方程。

**解：**（1）当泵的出口阀全开时，管路特性方程为，当流量为0.013m3/s时，管路所需压头为：

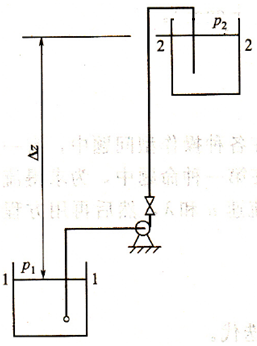


因此关小阀门而损失的压头为45-38.59=6.41m。

（2）设关小阀门后的管路特性方程为，

当，时，求得，

因此管路特性方程为

4. 用泵自贮油池向高位槽输送矿物油，流量为10.67kg·s-1，高位槽中液面比油池中液面高30m，管路总长（包括阀门及管件的当量长度）430米，进出口阻力不计。管径为φ108×4mm，若油在输送温度下的密度为960kg/m3，粘度为3.43 Pa·s，求泵所需的实际功率，设泵的效率*η*=50%。

**解：**流速

，为层流。



在贮液池及高位槽液面间列柏努利方程，以截面1-1作为基准面：



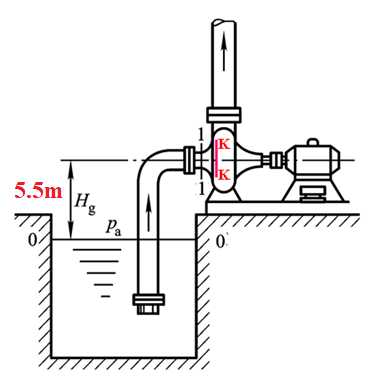
式中：

所以有：



实际功率即轴功率:



5．某离心泵安装于高出水井内水面5.5m 处，吸水量为20m3/h，吸水管内径为106mm，在吸水管路中的总流动阻力损失为2.5J/kg(包括管路入口处的损失)，试求水泵进口处的真空度为若干Pa？

**解：**取井的液面和泵的入口分别为0-0和1-1截面，基准面为0-0，列柏努利方程：



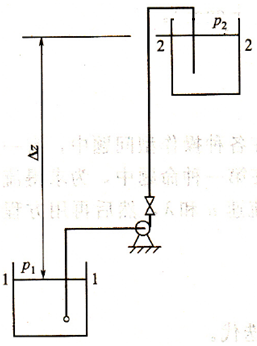
式中：



带入公式有：





所以水泵进口处的真空度为56603Pa。

6．密度为1200kg/m3的盐水，以25m3/h的流量流过内径为75mm 的无缝钢管。两液面间的垂直距离为25m，钢管总长为120m，管件、阀门等的局部阻力为25J/kg。求泵的轴功率。假设：（1）摩擦系数*λ*＝0.03；（2）泵的效率*η*＝0.6。

解：以低液面为基准水平面，在两液面间列柏努利方程 

式中：

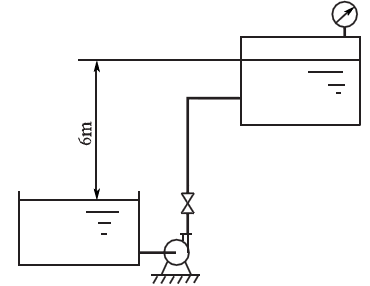




代入方程可得：





7．如图所示，管路用一台泵将液体从低位槽送往高位槽。输送流量要求为2.5×10-3 m3/s。高位槽上方气体压强（表压）为0.2 MPa，两槽液面高差为6 m，液体密度为1100 kg/m3。管路为*φ*40 mm×3 mm，总长（包括局部阻力）为50 m，摩擦系数为0.024。求泵给液体提供的扬程为多少m？

**解：**以低位槽液面为上游截面1-1，高位槽液面为下游截面2-2，并以截面1-1为基准，在两截面间列柏努利方程：



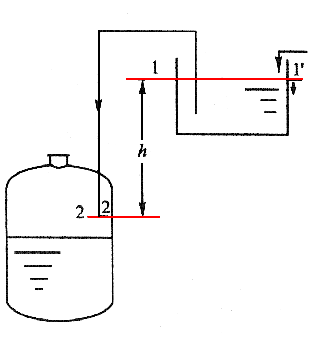
式中：

上式化为：







8．如图，用虹吸管从高位槽向反应器加料，高位槽和反应器均与大气相通，要求料液在管内以*u*=1.0 m·s-1的速度流动，料液在管内流动时的能量损失为2 J·N-1（能量损失包括出口的损失）。求：高位槽的液面比虹吸管的出口高多少？

**解：**以高位槽液面为上游截面1-1，管路出口内侧为下游截面2-2，并以截面2-2为基准水平面在两截面间列柏努利方程：

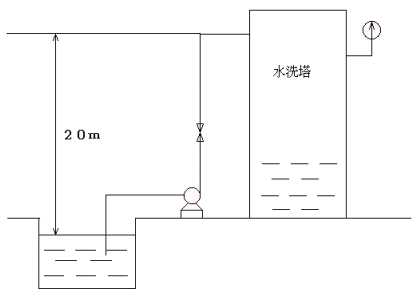


式中：

上式化为：



9．用离心泵将水由水槽送至水洗塔中，水洗塔内的表压为9.807×104N·m-2，水槽液面恒定，其上方通大气，水槽液面与输送管出口端的垂直距离为20m，在某送液量下，泵对水作的功为340J·kg-1，管内摩擦系数为0.018，吸入和压出管路总长为110m（包括管件及入口的当量长度，但不包括出口的当量长度），输送管尺寸为*φ*108×4mm，水的密度为1000kg·m-3。求输水量为多少m3·h-1。



解：如图，作截面1-1(槽液面)、2-2(出口内侧)，取1-1为基准面，在两截面积间列柏努利方程：



式中：

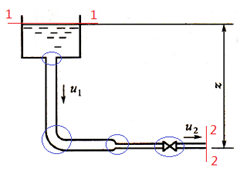


代入数据：







10.如附图所示，一高位槽向用水处输水，上游用管径为50mm水煤气管，长80m，途中设900 弯头（）5个。然后突然收缩成管径为40mm的水煤气管，长20m，设有1/2开启的闸阀（）一个。水温20℃，为使输水量达3×10-3/s，求高位槽的液位高度*z*。图中粗管，细管。

**解：**在上游高位槽截面1-1与下游出口截面2-2内侧之间列柏努利方程，并以过2-2截面中心的水平面为基准面。



式中式中











取管壁粗糙度为0.2mm，相对粗糙度：

，

查莫迪图得到：，

局部阻力系数，查的如下数值：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 突然缩小 | 90o 弯头 | 突然缩小 | 闸阀1/2开 |
|  |  |  |  |











**练习题二 过滤和沉降**

**一、基础知识-单项选择题**

1. 通常悬浮液的分离宜在( A )下进行，气体的净制宜在(B )下进行。

A. 高温； B. 低温； C. 常温。

2. 欲提高降尘宝的生产能力，主要的措施是( C )。

A. 提高降尘宝的高度； B. 延长沉降时间； C. 增大沉降面积。

3. 板框压滤机组合时应将板、框按(B )顺序置于机架上。

A. 123123123……； B. 123212321……； C. 3121212……3。

4. 有一高温含尘气流，尘粒的平均直径在2～3μm，现要达到较好的除尘效果，可采( C )的除尘设备。

A. 降尘室； B. 旋风分离器； C. 湿法除尘； D. 袋滤器。

5. 当固体微粒在大气中沉降是层流区域时，以( C )的大小对沉降速度的影响最为显著。

A. 颗粒密度； B. 空气粘度； C. 颗粒直径。

6. 为提高旋风分离器的效率，当气体处理量较大时，应采用( A )。

A. 几个小直径的分离器并联； B. 大直径的分离；

C. 几个小直径的分离器串联。

7. 旋风分离器的临界粒径是指能完全分离出来的( A )粒径。

A. 最小； B. 最大； C. 平均。

8. 旋风分离器主要是利用( B )的作用使颗粒沉降而达到分离。

A. 重力； B. 惯性离心力； C. 静电场。

9. 离心机的分离因数α愈大，表明它的分离能力愈( B )。

A. 差； B. 强； C. 低。

10. 恒压过滤时过滤速率随过程的进行而不断( B )。

A. 加快； B. 减慢； C. 不变。

11. 要使微粒从气流中除去的条件，必须使微粒在降尘室内的停留时间( A )微粒的沉降时间。

A. ≥； B. ≤； C. ＜； D. ＞。

12. 球形粒子的球形度*ψ*( A )，非球形粒子的球形度*ψ*(B )。

A. 等于1； B. 小于1； C. 大于1。

13. 板框过滤机采用横穿法洗涤滤渣时，若洗涤压差等于最终过滤压差，洗涤液粘度等于滤液粘度，则其洗涤速率为过滤终了速率的( C )倍。

A. 1； B. 0.5； C. 0.25。

14. 介质阻力系数*ζ*=24/*R*ep的适用范围是( B,D )。

A. 圆柱形微粒； B. 球形微粒； C. 方形微粒；

D. 层流区； E. 过渡区； F. 湍流区。

15. 含尘气体中的尘粒称为( B )。

A. 连续相； B. 分散相； C. 非均相。

16. 过滤操作中滤液流动遇到阻力是( C )。

A. 过滤介质阻力； B. 滤饼阻力； C. 过滤介质和滤饼阻力之和。

17. 对滤饼进行洗涤，其目的是：①回收滤饼中的残留滤液；②除去滤饼中的可溶性杂质。下面哪一个回答是正确的( C )。

A. 第一种说法对而第二种说法不对； B. 第二种说法对而第一种说法不对；

C. 两种说法都对； D. 两种说法都不对。

18. 下面哪一个是转筒真空过滤机的特点( B )。

A. 面积大，处理量大； B. 面积小，处理量大；

C. 压差小，处理量小； D. 压差大，面积小。

19. 与板框压滤机比较，叶滤机的特点是(D )。

A. 连续操作，机械化程度较高； B. 间歇操作，过滤面积小；

C. 推动力大，过滤面积小； D. 既可加压过滤，也可真空过滤。

20. 标准旋风分离器系列，下述说法哪一个是正确的( C )。

A. 尺寸大，则处理量大，但压降也大； B. 尺寸大，则分离效率高，且压降小；

C. 尺寸小，则处理量小，分离效率高； D. 尺寸小，则分离效率差，且压降大。

21.下述说法哪一种是错误的(C )。

A. 降尘室是分离气固混合物的设备；

B. 叶滤机是分离液固混合物的设备；

C. 沉降式离心机是分离气固混合物的设备；

D. 沉降槽是分离液固混合物的设备。

22. 旋液分离器是利用离心力分离( B )。

A. 气液混合物的设备； B. 液固混合物的设备；

C. 液液混合物的设备； D. 气固混合物的设备。

23. 下述说法中哪一个是错的( C )。

A. 离心机可分离液液混合物；

B. 离心机可分离液固混合物；

C. 离心机可分离气固混合物；

D. 离心机所分离的不均匀混合物中至少有一相是液相。

24. 降尘室的特点是( D )。

A. 结构简单，流体阻力小，分离效率高，但体积庞大；

B. 结构简单，分离效率高，但流体阻力大，体积庞大；

C. 结构简单，分离效率高，体积小，但流体阻力大；

D. 结构简单，流体阻力小，但体积庞大，分离效率低。

25. 助滤剂应具有以下性质( B )。

A. 颗粒均匀，柔软，可压缩；

B. 颗粒均匀，坚硬，不可压缩；

C. 粒度分布广，坚硬，不可压缩；

D. 颗粒均匀，可压缩，易变形。

26. 助滤剂的作用是( B )。

A. 降低滤液粘度，减少流动阻力； B. 形成疏松饼层，使滤液得以畅流；

C. 帮助介质拦截固体颗粒； D. 使得滤饼密实并具有一定的刚性。

27. 要除去气体中含有的5*μm*～50*μm*的粒子。除尘效率较高，宜选用( B )。

A. 除尘气道； B. 旋风分离器； C. 离心机； D. 电除尘器。

28. 在讨论旋风分离器分离性能时，临界直径这一术语是指( C )。

A. 旋风分离器效率最高时的旋风分离器的直径；

B. 旋风分离器允许的最小直径；

C. 旋风分离器能够全部分离出来的最小颗粒的直径；

D. 能保持层流流型时的最大颗粒直径。

29. 旋风分离器的总的分离效率是指( D )。

A. 颗粒群中具有平均直径的粒子的分离效率；

B. 颗粒群中最小粒子的分离效率；

C. 不同粒级（直径范围）粒子分离效率之和；

D. 全部颗粒中被分离下来的部分所占的质量分率。

30. 回转真空过滤机中，使过滤室在不同部位时能自动地进行相应的不同操作的部件是(D )。

A. 转鼓本身； B. 随转鼓转动的转动盘；

C. 与转动盘紧密接触的固定盘； D. 分配头。

31. 过滤基本方程是基于( D )推导出来的。

A. 滤液在介质中呈湍流流动； B. 滤液在介质中呈层流流动；

C. 滤液在滤渣中呈湍流流动； D. 滤液在滤渣中呈层流流动。

**二、知识应用-单项选择题**

1. 颗粒的重力沉降在层流区域时，尘气的除尘以( A )为好。

A. 冷却后进行； B. 加热后进行； C. 不必换热，马上进行分离。

2. 当微粒与流体的相对运动属于滞流时，旋转半径为1m，切线速度为20m/s，同一微粒在上述条件下的离心沉降速度等于重力沉降速度的( C )。

A. 2倍； B. 10倍； C. 40.8倍。

3. 为使离心机有较大的分离因数和保证转鼓有关足够的机械强度，应采用( B )的转鼓。

A. 高转速、大直径； B. 高转速、小直径；

C. 低转速、大直径； D. 低转速、小直径。

4. 用板框压滤机恒压过滤某一滤浆（滤渣为不可压缩，且忽略介质阻力），若过滤时间相同，要使其得到的滤液量增加一倍的方法有( A )。

A. 将过滤面积增加一倍； B. 将过滤压差增加一倍； C. 将滤浆温度到高一倍。

5. 一密度为7800kg/m3的小钢球在相对密度为1.2的某液体中的自由沉降速度为在水中沉降速度的1/4000，则此溶液的粘度为( D )（设沉降区为层流）。

A. 4000； B. 40； C. ； D. 。

6. 用板框式过滤机进行恒压过滤，若介质阻力可忽略不计，过滤20min可得滤液8，若再过滤20min可再得滤液( C )。

A. 8； B. 4； C. 3.3； D. 11.3。

7. 在一个过滤周期中，为了达到最大生产能力( D )。

A. 过滤时间应大于辅助时间； B. 过滤时间应小于辅助时间；

C. 过滤时间应等于辅助时间； D. 过滤加洗涤所需时间等于1/2周期。

8. 含尘气体在降尘室内按斯托克斯定律进行沉降。理论上能完全除去的粒子，现气体处理量增大1倍，则该降尘室理论上能完全除去的最小粒径为( D )。

A. ； B. ；C. ； D. 。

9. 下述说法中正确的是( B )。

A. 过滤速率与过滤面积成正比； B. 过滤速率与过滤面积的平方成正比；

C. 过滤速率与滤布阻力成反比； D. 过滤速率与操作压差的平方成正比。

10. 恒压板框过滤机，当操作压差增大1倍时，则在同样的时间里所得滤液量将( A )（忽略介质阻力）。

A. 增大至原来的倍； B. 增大至原来的 2倍 ；

Ｃ. 增大至原来的 4 倍； D. 不变。

11.下面哪个是过滤推动力( D )。

A. 液体经过滤机的压强降； B. 滤饼两侧的压差；

C. 介质两侧的压差； D. 介质两侧压差加上滤饼两侧压差。

12. 在降尘室中，尘粒的沉降速度与下列因素无关( C )。

A. 颗粒的几何尺寸； B. 颗粒与流体的密度；

C. 流体的水平流速； D. 颗粒的形状。

13. 设降尘室的长宽高分别为 、、（单位均为m）,颗粒的沉降为 *u*()，气体的体积流量为*V*, 则颗粒能在降尘室分离的条件是(B )。

A. *；*  B. ；

C. ； D. 。

14. 恒压过滤时， 如滤饼不可压缩，介质阻力可忽略，当操作压差增加1倍，得到相同体积的滤液，则过滤速率为原来的( B )。

A. 1 倍； B. 2 倍； C.倍； D.1/2倍。

15. 转筒真空过滤机的洗涤速率与最终过滤速率之比为(C )。

A. 1/4； B. 1/2; C. 1; D. 2。

16. 降尘室的生产能力取决于( B )。

A. 沉降面积和降尘室高度；

B. 沉降面积和能100%除去的最小颗粒的沉降速度；

C. 降尘室长度和能100%除去的最小颗粒的沉降速度；

D. 降尘室的宽度和高度。

17. 下述说法中正确的是(C )。

A. 离心沉降速度*u*r和重力沉降速度*u*t是恒定的；

B. 离心沉降速度*u*r和重力沉降速度*u*t不是恒定的；

C. 离心沉降速度*u*r不是恒定值，而重力沉降速度*u*t是恒定值；

D. 离心沉降速度*u*r是恒定值，而重力沉降速度*u*t不是恒定值。

18. 用板框压滤机恒压过滤某一滤浆（滤渣为不可压缩，且忽略介质阻力），若过滤时间相同，要使其得到的滤液量增加一倍的方法有(A )。

A . 将过滤面积增加一倍； B. 将过滤压差增加一倍； C. 将滤浆温度到高一倍。

19. 一定厚度的滤饼，对滤液流动的阻力与以下因素无关(D )。

A. 滤浆的浓度； B. 滤液的温度； C. 滤液的体积； D. 操作压差。

20. 当介质阻力忽略不计的恒压过滤时，由*τ*＝0至*τ*＝*τ*的平均过滤速率反比于过滤时间*τ*的( D )。

A. 1次方； B. 2次方； C. 1.5次方； D. 1/2次方。

21. 在降尘室中，尘粒的沉降速度与下列因素无关的是( D )。

A. 颗粒的几何尺寸； B. 颗粒与流体的密度；

C. 颗粒的形状 ； D. 流体的水平流速。

22. 下述各项不属于气体净制设备的是( D )。

A.惯性分离器； B.袋滤器；

C.静电除尘器； D.管式高速离心机。

23. 下列措施中不一定能有效地提高过滤速率的是(B)。

A. 加热滤浆 ； B. 在过滤介质上游加压；

C. 在过滤介质下游抽真空 ； D. 及时卸渣。

24. 球形固体颗粒在重力沉降槽内作自由沉降，当操作处于层流沉降区时，升高悬浮液的温度，则粒子的沉降速度将( A )。

A. 增大； B. 不变； C. 减小 ； D. 无法判断。

25. 密度相同而直径不同的两球形颗粒在水中自由沉降。沉降处于层流区，大颗粒直径*d1*是小颗粒直径*d2*的两倍，则沉降速度( D )。

A. *ut*1= *ut*2； B. *ut*1= 2*ut*2； C. *ut*1=*ut*2； D. *ut*1= 4*ut*2。

26. 粒子沉降受到的流体阻力( D )。

A. 恒与沉降速度的平方成正比； B. 与颗粒的表面积成正比；

C. 与颗粒的直径成正比； D. 在层流区与沉降速度的一次方成正比。

27. 含细小颗粒的气流在降尘室内除去小粒子（沉降在斯托克斯区），正常情况下能100%除去50μm的粒子，现气体处理量增大一倍，原降尘室能100%除去的最小粒径为( D )。

A. 2×50μm； B. 0.5×50μm； C. 50μm； D. ×50μm。

28. 在离心沉降中球形颗粒的沉降速度( A )。

A. 只与*d*P、*ρ*P、*u*、*r*、*ρ*、*μ*有关； B. 只与*d*P、*ρ*P、*u*、*r*有关；

C. 只与*d*P、*ρ*P、*u*、*r*、*g*有关； D. 只与*d*P、*ρ*P、*u*、*r*、*α*有关。

（题中*u*为气体的切向速度，*r*为旋转半径，*α*为分离因数）

29. 一般而言，旋风分离器长、径比大及出入口截面小时，其效率(A )，阻力( C )。

A. 高； B. 低； C. 大； D. 小。

30. 一板框过滤机用于某悬浮液恒压过滤时，过滤速率方程为：

[m3/m2·h]。某次过滤得到滤液0.1[m3/m2]后，改用0.1[m3/m2]的洗水洗涤（假设洗水压力与过滤压力相同，洗水粘度与滤液粘度相同），横穿法洗涤，则洗涤时间为( E )。

A. 7.04h； B. 3.2h； C. 1h； D. 1.76h； E. 0.88h。

31. 在板框压滤机中进行恒压过滤，滤饼不可压缩且过滤介质阻力不计，试问：

⑴过滤时间增加一倍，其过滤终了时的速率为原来的( C )倍。

⑵过滤压力增加一倍，得到相同滤液量时，其过滤速率为原来的( A )倍。

⑶滤液粘度增加一倍，得到相同滤液量时，其过滤速率为原来的( B )倍。

A.2； B.1/2； C.1/； D.4。

32. 板框过滤机，在恒定的操作压差下过滤某种水悬浮液，经两小时后，滤渣刚好充满滤框得滤液15m**，则第一小时可得滤液为：( C )。（过滤介质阻力略而不计）

A. 7.5m**； B. 10m**； C. m**； D. 缺条件，无法计算。

33. 板框压滤机洗涤速率为恒压过滤最终速率的1/4的这一规律只有在以下条件下才成立( C )。

A. 过滤时的压差与洗涤时的压差相同；

B. 滤液的粘度与洗涤液的粘度相同；

C. 过滤压差与洗涤压差相同且洗涤液粘度与滤液粘度相同；

D. 过滤压差与洗涤压差相同，洗涤液粘度与滤液粘度相同，以及过滤面积与洗涤面积相同。

34. 在一个过滤周期中( D )。

A. 过滤时间越长生产能力越大；

B. 过滤时间越短生产能力越大；

C. 辅助时间越长生产能力越大；

D. 为了达到最大生产能力，辅助时间越长相应地过滤时间也越长。

35. 当介质阻力不计时，回转真空过滤机的(C )。

A. 每一周期的滤液体积*V*与转速的0.5次方成正比；

B. 每一周期的滤液体积*V*与转速的1次方成正比；

C. 生产能力与转速的0.5次方成正比；

D. 生产能力与转速的1次方成反比**。**

**三、知识应用-填空题**

1. 一球形石英颗粒，分别在空气和水中按斯托克斯定律沉降，若系统温度升高，则其在水中的沉降速度将 增加 ，在空气中的沉降速度将 减小 。

2. 在滞流(层流)区，颗粒的沉降速度与颗粒直径的 2 次方成正比。

3. 降尘室的生产能力与降尘室的 底面积 和 颗粒沉降速度 有关。

4. 若降尘室的高度增加1倍，则沉降时间 加倍 ，气流速度 减为1/2 ，生产能力 不变 。

5. 在旋风分离器中，某球形颗粒的旋转半径为0.4 m, 切向速度为15 m/s。当颗粒与流体的相对运动属层流时，其分离因数α为 57.3 。

6. 选择旋风分离器型式及决定其主要尺寸的根据是 含尘气体流量 ； 分离效率 ； 允许的压降 。

7. 通常， 气固 非均相物系的离心沉降是在旋风分离器中进行， 液固 悬浮物系一般可在旋液分离器或沉降离心机中进行。

8. 已知*q*为单位过滤面积所得滤液体积*V/A*，*q*e为*V*e/*A*，*V*e为过滤介质的当量滤液体积(滤液体积为*V*e时所形成的滤饼层的阻力等于过滤介质的阻力)，在恒压过滤时，测得*τ*/*q*=3740*q*+200，则过滤常数*K* =2.67×10-4 m2/s。

9. 实现过滤操作的外力可以是 重力 、 压力 或 离心力 。

10. 在饼层过滤中，真正发挥拦截颗粒作用的主要是 滤饼 而不是 过滤介质 。11. 对恒压过滤，当过滤面积增大一倍时，如滤饼可压缩，则过滤速率增大为原来的 4 倍。

12. 用板框式过滤机进行恒压过滤操作，随着过滤时间的增加，滤液量 增加 ，生产能力 不变或不确定 。

13. 对恒压过滤，介质阻力可以忽略时，过滤量增大一倍，则过滤速率为原来的 1/2 。

14. 含尘气体通过长为4m，宽为2m，高为0.5m的除尘室，已知颗粒的沉降速度为0.03m/s，则该除尘室的最大生产能力为 0.24 m3/s。

15. 过滤介质忽略不计，滤饼不可压缩，若恒速过滤过程中滤液体积由*V*1增多至*V*2 （*V*2=2*V*1）时，则操作压差由△*p*1增大至△*p*2= 2 。

16. 粒子沉降过程分　加速 阶段和　匀速 阶段。

17．用板框压滤机过滤某悬浮液，恒压过滤15分钟，得滤液10 m3。若过滤介质阻力忽略不计，则过滤1小时后的滤液量为 20 m3。

18．含尘气体通过长5 m、宽4 m、高1 m 的降尘室，颗粒的沉降速度为0.04 m/s，则降尘室的最大生产能力为 0.8 m3/s。

19．对恒压过滤，若介质阻力忽略不计，当过滤面积*A*增大一倍时，如滤饼不可压缩得到相同滤液量时，则过滤速率增大为原来的 4 倍，如滤饼可压缩，过滤速率增大为原来的 4 倍。

20．回转真空过滤机，整个转鼓回转操作时大致可分为 过滤 、 洗涤 和 卸料 三个区域。

21．间歇过滤机的生产能力可写为*Q*＝*V/*∑*τ*，此处*V*为 过滤时间 ，∑*τ*表示一个操作循环所需的 总时间 ，∑*τ*等于一个操作循环中 过滤时间 、 洗涤时间 和 辅助时间 三项之和。

22．临界粒径是指 旋风分离器中能够100%除去的最小颗粒直径 。

23．板框过滤机在过滤阶段结束的瞬间，设框刚充满，则在每一框中滤液穿过厚度为 1/2滤框 的滤饼。而洗涤时，则穿过厚度为 1/2虑框 的滤饼，洗涤液穿过的滤布面积等于过滤面积的 1倍 。

**四、知识应用-简答题**

**答案略**

**五、知识应用-计算题**

1. 在恒压下对某种悬浮液进行过滤，过滤10min得滤液4L。再过滤10min又得滤液2L。如果继续过滤10min，可再得滤液多少升？

解：

恒压过滤方程：

由题意得： 

解得：

继续过滤10min，由过滤方程得到总时间为30min时的滤液量为：



最后10min得到滤液量为：

2. 一降尘室，长5，宽3，高4，内部用隔板分成20层，用来除去烟气中以上的颗粒。已知烟气密度为0.6，粘度为0.03，尘粒密度为4300，试求可处理的烟气量。

解：

设沉降处于斯托克斯定律区（层流区），颗粒沉降速度为：





验算：

，故假设正确。

烟气总处理量为：



3. 某叶滤机过滤面积为5m，恒压下过滤某悬浮液，4h后获滤液100m，过滤介质阻力可忽略，试计算：

（1）同样操作条件下仅过滤面积增大1倍，过滤4h后可得多少滤液？

（2）同样操作条件下过滤2h可获多少滤液？

（3）在原操作条件下过滤4h后，用10m与滤液物性相近的洗涤液在同样压差下进行洗涤，洗涤时间为多少？

解：

（1）由恒压过滤方程得到：



过滤面积增大1倍，过滤4h后得到的滤液体积为：



（2）与同样操作条件下过滤2h可获滤液体积为：



（3）在原操作条件下过滤4h后，过滤速率为：



叶滤机为置换洗涤，所以有：



用10m洗涤液在同样压差下进行洗涤，洗涤时间为：



4. 在操作压力下用板框过滤机处理某物料，操作周期为，其中过滤，滤饼不需洗涤。已知每获 滤液得滤饼,操作条件下过滤常数，介质阻力可忽略，滤饼不可压缩。试计算：

（1）若要求每周期获的滤饼，需多大过滤面积？

（2）若选用板框长宽的规格为，则框数及框厚分别为多少？

解：

（1）每周期获的滤饼，所得滤液体积为：



过滤面积为：



（2）板框长宽的规格为，设框数为*n*：

，取15个框。

由滤饼的体积求解框的厚度为：



5. 用板框过滤机恒压下过滤某悬浮液，一个操作周期得滤液6，其中过滤需时，洗涤及拆装等共用去，设滤饼不可压缩，介质阻力忽略不计。试求：

（1）该机的生产能力？

（2）仅将操作压力加倍，而过滤时间、辅助时间等其他条件均不变，该机生产能力将提高多少？

（3）若改用转筒真空过滤机，该机旋转一周可得0.0428滤液，该机转速为多少方能维持生产能力与（1）相同？

解：

（1）板框过滤机的生产能力：



（2）操作压力加倍，其他条件不变。

由得到，压力加倍后。







操作压力加倍后生产能力增加了。

（3）改用转筒真空过滤机，旋转一周可得0.0428滤液，该机转速为多少方能维持生产能力与（1）相同？



6．用一板框压滤机在147.1kN·m-2（表压）下恒压过滤某悬浮液，要求在1.5小时内获得4m3的滤液，若过滤介质阻力忽略，滤渣为不可压缩，并测得过滤常数*K*=1.6×10-5m2·s-1，问：

（1）需要过滤面积多少m2？

（2）若选用滤框尺寸：长×宽×厚=635×635×25mm，需滤框多少块？

（3）过滤完毕，用清水在与过滤压力相同的情况下洗涤30分钟，洗水的消耗量为多少？

解：

（1）过滤面积为：



（2）板框长×宽×厚=635×635×25mm，设框数为*n*：

，取17个框。

（3）洗涤速率为：



清水同压洗涤30分钟，洗水的消耗量为：



**练习题三 传热**

**一、基础知识-单项选择题**

1. 间壁传热时，各层的温度降与各相应层的热阻( A )。

A. 成正比; B. 成反比； C. 没关系。

2. 工业采用翅片状的暖气管代替圆钢管，其目的是( C )。

A. 增加热阻，减少热量损失；

B. 节约钢材、增强美观；

C. 增加传热面积，提高传热效果。

3. 蒸汽冷凝时，膜状冷凝的*α*( C )滴状冷凝的*α*。

A. 等于； B. 大于； C. 小于。

4. 导热是( A )热量传递的主要方式。

A. 固体中； B. 液体中； C. 气体中。

5. 热量传递的基本方式是( D )。

A. 恒温传热和稳态变温传热字； B. 导热给热和热交换；

C. 气化、冷凝与冷却； D. 传导传热、对流传热与辐射传热。

6. 在比较多的情况下，尤其是液－液热交换过程中，热阻通常较小可以忽略不计的是( D )。

A. 热流体的热阻； B. 冷流体的热阻；

C. 冷热两种流体的热阻； D.金属壁的热阻。

7. 传热速率公式*Q*＝*KA*Δ*t*中，Δ*t*的物理意义是( B )。

A.器壁内外壁面的温度差； B.器壁两侧流体对数平均温度；

C.流体进出口的温度； D.器壁与流体的温度差。

8. 湍流体与器壁间的对流传热(即给热过程)其热阻主要存在于( C )。

A. 流体内； B. 器壁内；

C. 湍流体滞流内层中； D. 流体湍流区域内。

9. 间壁两侧流体的对流传热系数相差较大时，要提高*K*值，关键在于提高对流传热系数( B )之值。

A. 大者； B. 小者； C. 两者。

10. 在间壁式换热器内用饱和水蒸汽加热空气，总传热系数*K*值接近于( B )。

A. *α*蒸汽； B. *α*空气； C. *α*蒸汽与*α*空气的平均值。

11. 对流传热仅发生在( C )中。

A. 固体； B. 静止的流体； C. 流动的流体。

12. 稳定的多层平壁的导热中，某层的热阻愈大，则该层的温度差( A )。

A. 愈大； B. 愈小； C. 不变。

13. 流体与固体壁面间的对流传热，当热量通过滞流内层时，主要是以( A )方式进行的。

A. 热传导； B. 对流传热； C. 热辐射。

14. 物质的导热系数，一般来说：金属的入(B、D)，气体的入(A、C)。

A. 最小； B. 最大； C. 较小； D. 较大。

15. 在列管式换热器中，用水冷凝乙醇蒸气，乙醇蒸汽宜安排走( B )。

A. 管程； B. 壳程； C. 管、壳程均可。

16. 稳定传热是指传热系统内各点的温度( B )。

A. 既随时间而变，又随位置而变；

B. 只随位置而变，但不随时间而变；

C. 只随时间而变，但不随位置而变。

17. 对于沸腾传热，工业生产一般应设法控制在( A )沸腾下操作。

A.核状； B. 稳定的膜状； C. 不稳定的膜状。

18. 在稳定变温传热中，流体的流向选择( B )时传热平均温度差最大。

A.并流； B.逆流； C错流。

19. (C )是一种以电磁波传递热能的方式。

A. 传导； B. 对流； C. 辐射。

20. 在房间中利用火炉进行取暖时，其传热方式为( D )。

A. 传导和对流； B. 传导和辐射；

C. 对流和辐射； D. 传导、对流和辐射。

21. 在蒸汽冷凝中，不凝气体的存在对*α*的影响是( B )。

A. 使*α*值明显升高； B. 使*α*值明显降低；

C. 使*α*值有一定影响； D. 对*α*值无影响。

22. 在一列管换热器中，用冷却水冷凝酒精蒸汽，换热器放置方式以及冷却水流道应为( A )。

A. 水平放置，管内流动； B. 垂直放置，管内流动；

C. 水平放置，管外流动； D. 垂直放置，管外流动。

23. 在化工传热中，对流给热的推动力是( D )。

A. 冷流体进出口的温度差； B. 热流体进出口的温度差；

C. 冷热流体间的温度差； D. 冷（热）流体与壁面之间的温度差。

24．辐射和热传导、对流方式传递热量的根本区别是( A )。

A．有无传递介质； B．物体是否运动；

C．物体内分子是否运动； D．全部正确。

25. 揭示了物体辐射能力与吸效率之间关系的定律是（B）。

A. 斯蒂芬-波尔兹曼定律； B. 克希霍夫； C. 折射； D. 普郎克。

26. 关于辐射传热，下述几种说法中错误的是（A）。

A. 除真空和大多数固体外，热射线可完全透过；

B. 热辐射和光辐射的本质完全相同，不同的仅仅是波长的范围；

C. 热射线和可见光一样，都服从折射定律；

D.物体的温度不变，其发射的辐射能也不变。

**二、知识应用-单项选择题**

1. 对一台正在工作的列管式换热器，已知*α*＝116,*α*=11600 要提高传热系数*K*，最简单有效的途径是( A )。

A. 设法增大*α*； B. 设法增大*α*； C. 同时增大*α*和*α*。

2. 用饱和水蒸汽加热空气时，传热管的壁温接近( A )。

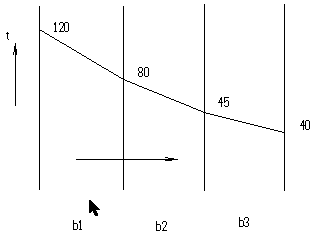
A. 蒸汽的温度； B. 空气的出口温度； C. 空气进、出口平均温度。

3. 翅片管换热器的翅片应安装在( A )。

A. *α*小的一侧； B. *α*大的一侧； C. 管内； D. 管外。

4. 穿过三层平壁的稳定导热过程，如图所示，试比较第一层的热阻 *R*与第二、三层热阻*R*、*R*的大小( C )。

A. *R*>(*R*+*R*)； B. *R*<(*R*+*R*)； C. *R*=(*R*+*R*)； D. 无法比较。



5. 在反应器的单根冷却蛇管内通冷却水，其进、出口温度分别为*ｔ*、*ｔ*，蛇管有热流体稳定流过,借搅拌器作用，使热流体保持均匀温度*T*(*T*为热流体出口温度)，如冷却蛇管长度增大一倍，其它条件不变，问出口水温*ｔ*应( A )。

A. 增大； B. 减小； C. 不变； D. 不一定。

6. 套管冷凝器的内管走空气，管外走饱和水蒸汽，如果蒸汽压力一定，空气进口温度一定，当空气流量增加时:

(1)传热系数*K*应( A ) A. 增大 B. 减小 C. 基本不变；

(2)空气出口温度( B ) A. 增大 B. 减小 C. 基本不变；

(3)壁温( C ) A. 增大 B. 略有减小 C. 基本不变。

7. 在间壁式换热器中，用常压下的饱和水蒸气加热空气，空气的进出口温度分别为20℃和50℃，则换热器的壁面温度接近于( A )℃。

A. 100； B. 20； C. 50； D. 63。

8. 在列管换热器中，用饱和蒸汽加热空气，下面两项判断是否正确( A )。

甲、传热管的壁温将接近加热蒸汽温度

乙、换热器总传热系数*K*将接近空气侧的对流给热系数

A. 甲乙均对； B. 甲乙均不对；

C. 甲对，乙不对； D. 乙对，甲不对。

9. 通过三层平壁的定态热传导，各层界面间接触均匀，第一层两侧温度为120℃和80℃，第三层外表面温度为40℃，则第一层热阻*R*1和第二、三层热阻*R*2、*R*3的大小为( D )。

A. *R*1 ＞（*R*2＋*R*3）； B. *R*1 ＜（*R*2＋*R*3）；

C. 无法确定 ； D. *R*1 =（*R*2+*R*3）。

10. 对下述几组换热介质，通常在列管式换热器中*K*值从大到小正确的排列顺序应是( D )。

A. ②>④>③>①； B. ③>④>②>①； C. ③>②>①>④； D. ②>③>④>①。

冷流体 热流体

① 水 气 体

②水沸腾 水蒸气冷凝

③ 水 水

④ 水 轻油

11. 关于传热系数*K*下述说法中错误的是( D )

A. 传热过程中总传热系数*K*实际是个平均值；

B. 总传热系数*K*随着所取的传热面不同而异；

C. 总传热系数*K*可用来表示传热过程的强弱，与冷、热流体的物性无关；

D. 要提高*K*值，应从降低最大热阻着手。

12. 为了在某固定空间造成充分的自然对流，有下面两种说法：

①加热器应置于该空间的上部；

②冷凝器应置于该空间的下部；正确的结论应该是( B )。

A. 这两种说法都对； B. 这两种说法都不对；

C. 第一种说法对，第二种说法错；D. 第二种说法对，第一种说法错。

13. 传热过程中当两侧流体的对流传热系数都较大时，影响传热过程的将是( B )。

A. 管壁热阻； B. 污垢热阻；

C. 管内对流传热热阻； D. 管外对流传热热阻。

14. 在冷凝器中用水冷凝苯蒸汽，水走管程，其雷诺数,此时对流传热系数为。若将水的流量减半，其对流传热系数( B )。

A. > (1/2) ; B. < (1/2) ;

C. = (1/2) ; D. 无法确认。

**三、知识应用-多项选择题**

1. 用翅片管制成空气预热管回收加热炉烟器气中的余热，可以( ABD )。

A. 节省料油（气）的用量； B. 提高加热炉的热效率；

C. 增大空气预器的总传热系数； D. 降低动力消耗。

2. 确定换热器总传热系数的方法有( BCD )。

A. 查样本书； B. 经验估算； C. 公式计算； D. 实验测定。

3. 热管换热器特别适合气一气换热的原因在于( ACD )。

A. 把传统的内、外表面间的传热巧妙地转化为两管外表面的传热；

B. 可以耐高温；

C. 冷热两端皆可用加翅片的方法进行强化；

D. 热管内部热量的传递是一个沸腾一冷凝过程，较大。

4. 下述措施中对提高换热器壳程对流传热系数有效的是( AC )。

A. 设备折流板； B. 增大板间距；

C . 换热管采用三角形排列； D. 增加管程数。

5. 在确定换热介质的流程时，通常走管程的有( ACD )，走壳程的有( BEF )。

A. 高压流体； B. 蒸汽； C. 易结垢的流体；

D. 腐蚀性流体； E. 粘度大的流体； F. 被冷却的流体。

6. 下列换热器中属于间壁式换热器的有( ABCD )。

A. 蛇管式； B. 螺旋板式； C. 板翅式； D. 夹套式。

7. 通过一换热器用一定温度的饱和蒸汽加热某油品，经过一段时间后发现油品出口温度降低，究其原因可能是( ABCD )。

A. 油的流量变大； B. 油的初温下降；

C. 管内壁有污垢积存； D. 管内汽侧有不凝气体产生。

8. 在套管换热器中用冷却水从热流体中移走一定的热量，已知该地冬(1)夏(2)两季水的平均温度相差10℃，若维持水的终温不变，则( ADF )。

9. 高翅片管换热器对下述几种情况无明显效果的是( AC )。

A. 一侧为空气冷凝，一侧为液体沸腾；

B. 一侧为油气冷凝，一侧为气体被加热；

C. 两侧均为液体；

D. 一侧为水，一侧为空气。

10. 采用多管程换热器，虽然能提高管内流体的流速,增大其对流传热系数，但同时也导致( CD )。

A. 管内易结； B.壳程流体流速过低；

C. 平均温差下降； D. 管内流动阻力增大。

11. 物质的导热系数与其( ACD )有关。

A. 组成； B. 颜色； C. 温差； D. 密度。

12. 关于对流传热系数有两种说法：

1）对流传热系数是衡量对流传热过程强烈程度的标志；

2）对流传热系数越大，在相同传热推动力下所交换的热量越多。

正确的结论应是( A )。

A. 两种说法都对； B. 两种说法都错；

C. 第一种说法对，第二种说法错； D. 第二种说法对，第一种说法错。

13. 影响对流传热系数的因素有( ABCDE )。

A. 产生对流的原因； B. 流体的流动状况； C. 流体的物性；

D.流体有无相； E. 壁面的几何因素。

14. 增大换热器传热面积的办法有( BD )。

A. 选用粗管排列； B. 选用翅片管；

C. 增加管程数； D. 采用板式换热器。

15.选择换热器管长的原则是( ABD )。

A. 和壳程相适应； B. 管材使用合理；

C. 与管板配套； D. 清洗方便

16. 下面关于辐射的说法中正确的是( BC )。

A. 同一温度下，物体的辐射能力相同；

B. 任何物体的辐射能力和吸收率的比值仅和物体的绝对温度有关；

C. 角系数的大小与两表面的形状、大小、相互位置及距离有关；

D. 只要物体与周围环境的温度相同，就不存在辐射和吸收过程。

17. 黑度表明物体的辐射能力接近黑体的程度，其值大小与物体的( ABC )有关。

A. 种类； B. 表面状况； C. 表面温度； D. 颜色

**四、知识应用-填空题**

1. 对流传热总是概括地着眼于壁面和流体主体之间的热传递，也就是将边界层的 热传导 和边界层外的 热对流 合并考虑，并命名为给热。

2. 对流传热的热阻主要集中在 层流底层 ，因此， 减薄层流底层的厚度 是强化对流传热的重要途径。

3. 在、、 、 这4个物性参数中，若、、 值大，对流传热系数就增大；若值大，对流传热系数就减小。

4. 黑体的表面温度从300℃升至600℃，其辐射能力增大到原来的 16 倍.

5. 流体在圆形直管内作强制湍流，若传热推动力增大1倍，则对流传热速率增大 1 倍。

6. 由核状沸腾转变为膜状沸腾时的温度差称为 临界温差 。

7. 用0.1MPa的饱和水蒸气在套管换热器中加热空气，空气走管内，由20℃升至60℃，则管内壁的温度约为 100 ℃ 。

8. 处理量为440kg/h的有机溶液在某换热器中预热。运转一周期后，该溶液在管内生成积垢，使换热器总热阻增加了10%。若维持冷、热介质出口温度不变，则该溶剂的处理量变为 400kg/h。

9. 苯在内径为20mm的圆形直管中作湍流流动，对流传热系数为1270W/(·℃)。如果流量和物性不变，改用内径为30mm的圆管，其对流传热系数将变为 612 Ｗ／(·℃)。

10. 在计算换热器的平均传热推动力时，若两端的推动力相差不大于2倍，则其算术平均值与对数平均值相差不大于 4% 。

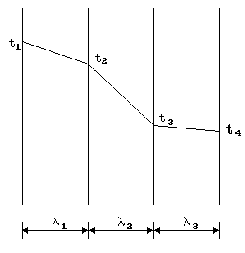
11. 换热器在使用一段时间后，传热速率会下降很多，这往往是由于 生成了污垢 的缘故。

12. 热流密度（或称热通量）是指单位时间，通过单位的热面积所传递的热量。

13. 两流体在一套管换热器中换热，热流体温度由90℃降至60℃，冷流体温度由20℃升至50℃，若并流操作，则Δ*t*m＝ 30.8 ℃。

14. 水在管内作湍流流动，若使流速提高至原来的2倍，则其对流给热系数约为原来的 1.74倍。管径改为原来的1/2而流量相同，则其对流给热系数约为原来的 3.48 倍。

15. 平壁稳定传热过程，通过三层厚度相同的不同材料，每层间温度变化如图所示，试判断的大小顺序*λ*2﹤*λ*1﹤*λ*3， 以及每层热阻的大小顺序*R*2﹥*R*1﹥*R*3。



16. 有一套管式换热器，120℃的饱和水蒸汽在环隙冷凝，内管中空气从20℃被加热到80℃，则管壁平均温度接近 120 ℃。

17．两侧流体均变温的传热过程，其并流平均传热温度差必然 小于 其逆流传热平均温度差。

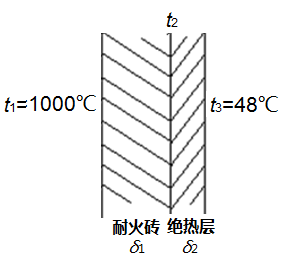
18. 滴状冷凝的给热系数 大于 膜状冷凝给热系数。

19．一定质量的流体在25 mm×2.5 mm的直管内作强制湍流流动，其对流传热系数*α*= 1000 W/(m2·℃)，如果流量和物性不变，改在17 mm×2 mm的直管内流动，其*α*= 2171 W/(m2·℃)。

**五、知识应用-简答题**

**答案略**

**六、知识应用-计算题**

1. 某厂一平壁炉的耐火砖厚度为0.211m, 炉墙导热系数λ＝1.038w/（m.K）。其外用导热系数为0.07w/（m.K）的绝热材料保温。炉内壁温度为1000℃, 绝热层外壁温度为48℃, 如允许最大热损失量为950w.m-2。求:（1）绝热层的厚度；（2）耐火砖与绝热层的分界处温度。

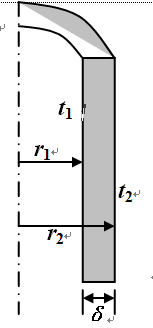
解：（1）求绝热层厚度，由热流密度计算式得到：





（2）耐火砖与绝热层的分界处温度*t*2为：



℃

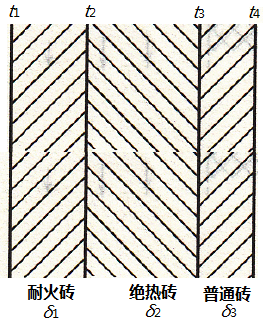
2. 在外径100mm的蒸汽管道外包一层导热系数为0.08 W/(m·℃)的绝热材料。已知蒸汽管外壁150℃，要求绝热层外壁温度在50℃以下，且每米管长的热损失不应超过150W/m，试求绝热层厚度。

解：（1）求绝热层厚度，由题意：





或

3. 设计一燃烧炉时拟采用三层砖围成其炉墙，其中最内层为耐火砖，中间层为绝热砖，最外层为普通砖。耐火砖和普通砖的厚度分别为0.5m和0.25m，三种砖的导热系数分别为1.02 W/(m·℃)、0.14 W/(m·℃)和0.92 W/(m·℃)，已知耐火砖内侧为1000℃，普通砖外壁温度为35℃。试问绝热砖厚度至少为多少才能保证绝热砖内侧温度不超过940℃，普通砖内侧不超过138℃。

解：由题意可得



 (1)

将*t*2=940℃代入上式，可解得*δ*2=0.997m



 (2)

将*t*3=138ºC 解得*δ*2=0.250m

将*δ*2=0.250m代入(a)式解得：*t*2=814.4℃<940 ℃

故选择绝热砖厚度为0.25m。

4. 有一内管为φ180×10mm的套管换热器，将流量为8000kg/h的某液态有机物从100℃冷却到60℃，其平均比热为2.38kJ/(kg.K)。套管环隙走冷却水，其进出口温度分别为40℃和50℃，平均比热为4.174kJ/(kg.K)。基于传热外面积的总传热系数*K*=1000W/(m2.K)，且保持不变，设热损失可以忽略。试求：（1）冷却水用量；（2）计算两流体分别为逆流和并流下的平均温差及管长。

解：由题意可得：



（1）



或

（2）计算两流体分别为逆流和并流下的平均温差及管长。

逆流：

并流：

由得到：











5. 拟在列管式换热器中用初温为20℃的水将流量为1.25kg／s的溶液（比热容为1.9kJ／kg⋅℃，密度为850kg／m3）由80℃冷却到30℃。换热直径为φ25×2.5mm。水走管程，溶液走壳程，两流体逆流流动。水侧和溶液侧的对流给热系数分别为0.85kW/(m2⋅℃)和1.70kW/(m2⋅℃)，污垢热阻和管壁热阻可忽略。若水的出口温度不能高于50℃，试求换热器的传热面积。

解：由题意可得：



热负荷为：





冷却水用量为：



总传热系数为：



对数平均温差为：



由得到传热面积为：



6. 热气体在套管换热器中用冷水冷却，内管为φ25mm×2.5mm钢管，热导率为45 W（m.K）。冷水在管内湍湍流动，给热系数*α*1=2000W/(m2.K)。热气在环隙中湍湍流动，*α*2=50 W/(m2.K)。不计垢厚层热阻，试求：（1）管壁热阻占总热阻的百分数；（2）内管中冷水流速提高一倍，总传热系数有何变化？（3）环隙中热气体流速提高一倍，总传热系数有何变化？

解：(1) 以外表面为基准得到总热阻为：





管壁热阻为：



管壁热阻占总热阻的百分数为：



(2) 内管中冷水流速提高一倍后给热系数变为：



总传热系数变为：





原总传热系数为：



总传热系数增加百分数为：



可见总传热系数变化很小。

(3)环隙中热气体流速提高一倍后给热系数变为：



总传热系数变为：





总传热系数增加百分数为：



可见总传热系数变化很大。

7. 某列管式加热器由多根φ25mm×2.5mm的钢管所组成，将苯由20℃加热到55℃，苯在管中流动，其流量为每小时15t，流速为0.5m/s。加热剂为130℃的饱和水蒸汽，在管外冷凝。苯的比热容*c*p=1.76KJ/(kg.℃)，密度为858kg/m3。已知加热器的传热系数为700 W/(m2⋅℃)，试求加热器所需管数*n*及单管长度*ι*。

**解：**由题意可得：









求管数*n*，由题意：

，圆整为31根。

求管长*l*，由题意：



8. 某冷凝器传热面积为20m2，用来冷凝100℃的饱和水蒸气，汽化潜热为2258.4 kJ/kg。冷液进口温度为40℃，流量0.917kg/s，比热容为4000J/(kg.℃)。换热器的传热系数*K*=125 W/（m2.℃），求水蒸气冷凝量。

**解：**由题意可得：







代入数据得到：



℃

求出对对胡平均温差为：



水蒸气冷凝量为：



9. 有一套管式换热器，内管为Ф19mm×3mm，管长为2m，管隙的油与管内的水的流向相反。油的流量为270kg/h，进口温度为100℃，水的流量为360kg/h，进口温度为10℃。若忽略热损失，且知以管外表面积为基准的传热系数*K*=374W（m2. ℃），油的比热容*c*p=1.88KJ/(kg.℃），试求油和水的出口温度分别为多少？

解：由题意可得：



在热负荷方程组中带入数据：









联立热负荷方程与传热速率方程，并用算数平均值取代对数平均值：









℃

℃

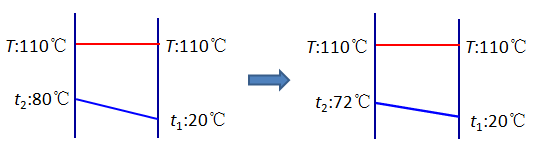
核算：



所以用算数平均值取代对数平均值计算合理，结果有效。

10. 一传热面积为15m2的列管换热器。用110℃的饱和水蒸气将在管程流动的某溶液由20℃加热到80℃，溶液比热为4kJ/(kg·℃)，流量为2.5×104 kg/h，求总传热系数？该换热器使用一年后，由于污垢热阻增加，溶液出口温度降为72℃，忽略蒸气热阻，可按平壁处理，溶液侧污垢热阻为多少?

解：由题意可得：



（1）无污垢工况



代入数据：







（2）有污垢工况



代入数据：







