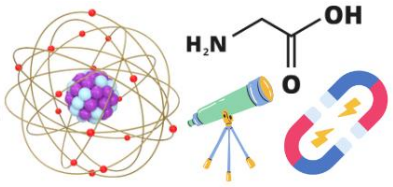
najah213.com · نجاح 213

مدرسة الفجر للغات تبسة
-شارع هواري بومدين-
0.37.50.69.13



الأستاذ وائل للعلوم الفيزيائية
02/01 ثانوي
04 متوسط



الوحدة 06 : من المجهري إلى العياني

I/ المقادير المولية و كمية المادة

1 – مفهوم المول mol و عدد أوقادرو N_A :

– المول هو كمية مادة قدرها $1\ mol$ تحتوي على العدد 6.023×10^{23} من الأفراد الكيميائية لهذه المادة ، و نفس هذا العدد يمثل عدد الأفراد الكيميائية الموجودة في $12g$ من الكربون ^{12}C

– نسمي العدد 6.023×10^{23} بعدد أفوقادرو و نرمز له بالرمز N_A

– نرمز لكمية المادة بالرمز n وحدتها المول mol

تذكير : كل دقيقة مجهرية (ميكروسكوبية) مكونة للمادة سواءا كانت جزيئا ، ذرة أو نظائرها : شاردة ، إلكترون أو نيترون ...

– توجد مواد مكونة من ذرات مثل صفيحة الحديد $Fe_{(S)}$

– توجد مواد مكونة من جزيئات مثل غاز ثنائي الأكسجين $O_{2\,(g)}$

– توجد مواد مكونة من شوارد محلول حمض كلور الماء $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$



2–الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي : الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي X التي يرمز لها بالرمز M و وحدتها g/mol ، هي كتلة $1\ mol$ من ذرات هذا العنصر أي كتلة عدد أفوقادرو N_A من ذرات العنصر

أ– بالنسبة لعنصر كيميائي ليس له نظائر :

عنصر كيميائي $^{A}_{Z}X$ تكون : $M(X) = A\ g/mol$ مثال : عنصر الكبريت ^{32}S تكون : $M(S) = 32\ g/mol$

ب– بالنسبة لعنصر كيميائي له نظائر : لدينا عنصر كيميائي X له نظيران حيث P_2 و P_1 هما نسبتا تواجد النظيران في الطبيعة $^{A1}_{Z}X_2\ (P_2\%)$ ، $^{A2}_{Z}X_1\ (P_1\%)$ لحساب الكتلة المولية الذرية للعنصر الكيميائي X نطبق القانون :

$$M(X) = \frac{(A_1 \times P_1) + (A_2 \times P_2)}{100}$$

مثال : عنصر النحاس في الحالة الطبيعية له نظيران $^{63}_{29}Cu\ (69.1\ \%)$ و $^{65}_{29}Cu\ (30.9\ \%)$

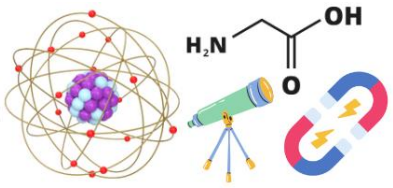
$$M(Cu) = \frac{(63 \times 69.1) + (65 \times 30.9)}{100} = 63.5\ g/mol$$

3– الكتلة المولية الجزيئية لنوع كيميائي : الكتلة المولية الجزيئية لنوع كيميائي هي كتلة $1\ mol$ من جزيئات هذا النوع الكيميائي يرمز لها بنفس الرمز M و لها نفس الوحدة g/mol

– و هي تساوي مجموع الكتل المولية للعناصر الكيميائية المكونة للنوع الكيميائي بحيث كل كتلة مضروبة في عدد ذرات كل عنصر موجود في جزيء هذا النوع الكيميائ

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

مدرسة الفجر للغات تبسة
-شارع هواري بومدين-
0.37.50.69.13



الأستاذ وائل للعلوم الفيزيائية
02/01 ثانوي
04 متوسط



أمثلة :

$$M(H_2O) = 2M(H) + M(O) = (2 \times 1) + (16) = 18\ g/mol$$

$$M(C_4H_{10}) = 4M(C) + 10M(H) = (4 \times 12) + (10 \times 1) = 58\ g/mol$$

$$M(Fe(OH)_2) = M(Fe) + 2M(O) + 2M(H) = (56) + (2 \times 32) + (2 \times 1) = 122\ g/mol$$

4– الحجم المولي لغاز V_M : هو حجم $1\ mol$ من هذا الغاز في شرطين معينين من ضغط P و درجة حرارة T ، يرمز له بالرمز V_M و وحدته L/mol

– في الشرطين النظاميين ($T = 0\ ℃$ و $P = 1\ atm$) يكون الحجم المولي للغاز يساوي $V_M = 22.4\ L/mol$

5– قانون أفوقادرو-أمبير : نص القانون : " الحجوم المتساوية من مختلف الغازات و الخاضعة إلى شرطين متماثلين من ضغط P و درجة حرارة T تحتوي على نفس العدد من الأفراد الكيميائية أي لها نفس كمية المادة n "

مثال : لدينا ثلاث قارورات لها نفس الحجم و موجودة في نفس الشروط من ضغط P و درجة حرارة T



– تحتوي القارورات على الغازات التالية : غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 ، ثنائي الهيدروجين H_2 ، غاز الإيثان C_2H_6

حسب قانون أفوقادرو-أمبير يكون للغازات الثلاث نفس كمية المادة :

$$n(CO_2) = n(H_2) = n(C_2H_6)$$

6– علاقة كمية المادة n (عدد المولات) بالمقادير الاخرى :

أ– علاقة كمية المادة n بالكتلة m :

– لحساب كمية المادة n المحتواة في كتلة معينة m لنوع كيميائي X نستعمل العلاقة : $n_X = \frac{m_X}{M(X)}$

مثال : نقوم بحساب كمية المادة الموجودة في $0.68\ g$ من النشادر NH_3

– أولا نحسب الكتلة المولية الجزيئية للنشادر علما أن : $M(N) = 14\ \frac{g}{mol}$ و $M(H) = 1\ \frac{g}{mol}$

$$M(NH_3) = M(N) + 3M(H) = (14) + (3 \times 1) = 17\ g/mol$$

– ثانيا نطبق العلاقة و نحسب كمية المادة : $n(NH_3) = \frac{0.68}{17} = 0.04\ mol$

أ– علاقة كمية المادة n بعدد الأفراد الكيميائية N لعينة :

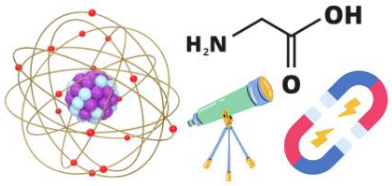
$1\ mol$ لأي عينة من نوع كيميائي يحتوي على $N_A = 6.023 \times 10^{23}$ فرد كيميائي و لذلك من أجل حساب كمية المادة الموجودة في عدد معين من الأفراد الكيميائية N نستخدم العلاقة : $n_X = \frac{N}{N_A}$

مثال : نقوم بحساب كمية المادة في 3.28×10^{22} جزيء من الماء

– نطبق العلاقة مباشرة : $n(H_2O) = \frac{N}{N_A} = \frac{3.28 \times 10^{22}}{6.023 \times 10^{23}} = 5.44\ mol$

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً

مدرسة الفجر للغات تبسة
-شارع هواري بومدين-
0.37.50.69.13



الأستاذ وائل للعلوم الفيزيائية
02/01 ثانوي
04 متوسط



ج– علاقة كمية المادة n بحجم الغاز V_g :

حجم $1\ mol$ من أي غاز مساوي لقيمة V_M ، فلحساب كمية المادة في حجم معين من غاز نستعمل العلاقة : $n_X = \frac{V_g}{V_M}$

مثال : نقوم بحساب كمية المادة الموجودة في $15.70\ L$ من غاز ثنائي الأكسجين في الشرطين النظاميين

– أولا نعلم أنه في الشرطين النظاميين $V_M = 22.4\ L/mol$

– ثانيا نطبق العلاقة مباشرة : $n(O_2) = \frac{V_g}{V_M} = \frac{15.7}{22.4} = 0.687\ mol$

II/ الغاز المثالي

1– العوامل المؤثرة في غاز ، مفهوم الضغط ودرجة الحرارة المطلقة :

أ– العوامل المؤثرة في الغازات : الحالة الغازية هي حالة من حالات المادة ، وخضع الغاز لعدة عوامل حيث تغير أي عامل منها ينتج عنه تغير واحد أو أكثر من العوامل الأخرى

– كمية المادة n وحدتها mol

– الضغط P وحدته الباسكال Pa

– الحجم V وحدته m^3

– درجة الحرارة المطلقة T وحدتها الكلفن K

ب– مفهوم الضغط : ضغط غاز هو شدة القوة $\vec{F}$ بالنيوتن المطبقة على $1\ m^3$ من سطح جسم يلامس هذا الغاز $P = F/S$

– وحدة الضغط في جملة الوحدات الدولية هي الباسكال Pa

– وحدات أخرى للضغط :

البار bar : $1\ bar = 10^5 Pa$

الضغط الجوي atm : $1\ atm = 1.013 \times 10^5$

السنتيمتر الزئبقي $cmHg$ و الميليمتر الزئبقي $mmHg$: $1\ atm = 76\ cmHg = 760\ mmHg$



– يقاس الضغط بجهاز البارومتر الموضح في الصورة

ج– درجة الحرارة المطلقة : اختار العالم كلفن الصفر المطلق في سلمه $(0°K)$ و الذي يقابل الدرجة $(-273℃)$ في السلم المئوي و العلاقة بين درجة الحرارة المئوية $(\theta℃)$ و درجة الحرارة المطلقة T التي وحدتها الكلفن $(°K)$ تكون كالتالي :

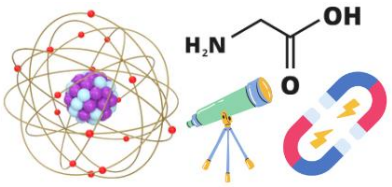
$$T(°K) = \theta(℃) + 273$$

1– مفهوم الغاز المثالي و قانونه : هو غاز جزيئاته متماثلة و بعيدة عن بعضها البعض و التأثيرات بينها معدومة باستثناء التصادمات التي ينتج عنها فقدان للطاقة

و هو غاز وهمي ولا يشبه الغاز الحقيقي ولكن قد تتصرف الغازات الحقيقة مثل الغاز المثالي عند ضغوط ضعيفة جدا أو درجات حرارة عالية جدا

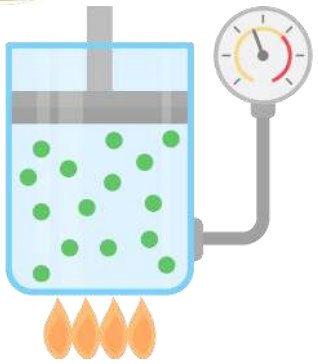
فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً

مدرسة الفجر للغات تبسة
-شارع هواري بومدين-
0.37.50.69.13





الأستاذ وائل للعلوم الفيزيائية
02/01 ثانوي
04 متوسط



– قانون الغاز المثالي :

$$P.V = n.R.T$$

n : كمية المادة وحدتها mol

P : الضغط وحدته الباسكال Pa

V : الحجم وحدته m^3

T : درجة الحرارة المطلقة وحدتها الكلفن K

R : الثابت العام للغازات المثالية $R = 8.31\ SI$

– عبارة الحجم المولي V_M : في قانون الغازات المثالية نعوض كمية المادة ب : $n = 1\ mol$

فنجد عبارة الحجم المولي V_M في شرطين كيفيين من ضغط و درجة حرارة : $V_M = \frac{R.T}{P}$

III/ الكتلة الحجمية و الكثافة

1– الكتلة الحجمية لنوع كيميائي سائل ، صلب أو غازي :

– يرمز للكتلة الحجمية لنوع كيميائي بالرمز ρ و هي حاصل قسمة كتلة عينة m من هذا النوع الكيميائي على حجمها V تقدر بعدة وحدات نذكر منها : g/L ، Kg/m^3 ، g/cm^3 ... و نكتب : $\rho = \frac{m}{V}$

2– كثافة جسم صلب أو سائل :

– نرمز لكثافة نوع كيميائي X صلب أو سائل بالنسبة للماء بالرمز d و هي حاصل قسمة الكتلة الحجمية لهذا النوع الكيميائي على الكتلة الحجمية للماء H_2O ، ليس للكثافة وحدة و نكتب : $d = \frac{\rho_X}{\rho_{H_2O}}$

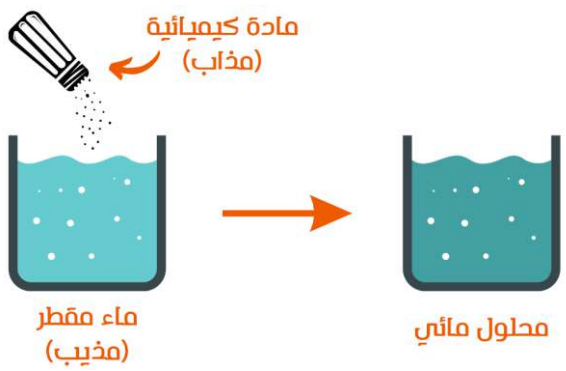
3– كثافة غاز :

– تقاس كثافة الغازات بالنسبة للهواء وهي حاصل قسمة الكتلة الحجمية للغاز على الكتلة الحجمية للهواء ونكتب : $d = \frac{\rho_{gaz}}{\rho_{air}}$

– و في الشرطين النظاميين تكون : $d = \frac{M_{gaz}}{29}$

IV/ التركيز المولي و التركيز الكتلي

1– المحلول المائي و التركيز المولي : نحصل على محلول مائي بإذابة كمية من نوع كيميائي X (مذاب) في حجم معين من الماء المقطر (مذيب)



–ملاحظة : حجم المحلول الناتج يساوي حجم المذيب حيث نهمل الزيادة في الحجم نتيجة الانحلال

– للمحلول المائي الناتج مقدار فيزيائي يميزه يسمى التركيز المولي نرمز له بالرمز C و وحدته المول على اللتر mol/L و نعبر عنه بالعلاقة :

$$C = \frac{n_X}{V}$$

n_X : كمية مادة النوع الكيميائي المنحلة

V : حجم المذيب (الماء المقطر)

الأستاذ وائل للعلوم الفيزيائية

مدرسة الفجر للغات تبسة
-شارع هواري بومدين-
0.37.50.69.13

الأستاذ وائل للعلوم الفيزيائية
02/01 ثانوي
04 متوسط

2- التركيز الكتلي للمحلول المائي : نرمز له بالرمز C_m ، وحدته الغرام على اللتر g/L و هو حاصل قسمة كتلة عينة النوع الكيميائي المنحلة على حجم المحلول (حجم المذيب) و نكتب :

$$C_m = \frac{m_X}{V}$$

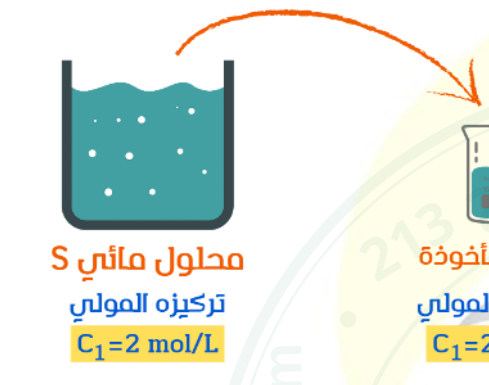
m_X : كتلة عينة النوع الكيميائي المنحلة

3- العلاقة بين التركيز المولي C و التركيز الكتلي C_m : نعبر عن العلاقة بين المقدارين بالعلاقة التالية :

$$C = \frac{C_m}{M}$$

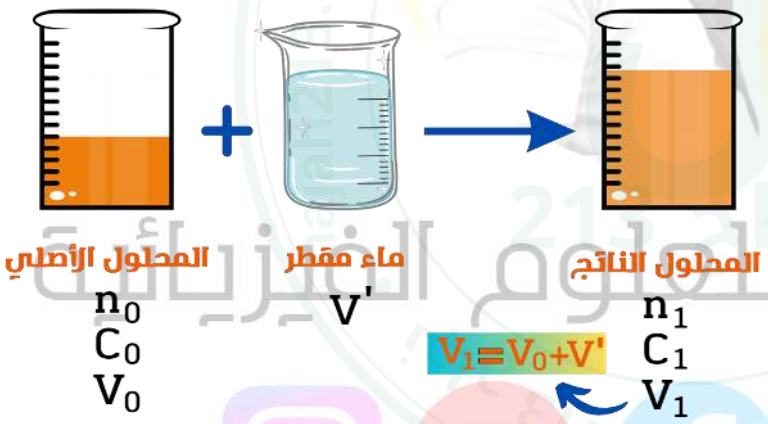
M : الكتلة المولية الجزيئية للنوع الكيميائي المنحل

ملاحظة مهمة جدا : عندما نأخذ عينة من محلول مائي S تركيزه المولي C_1 يكون التركيز المولي للعينة التي أخذناها هو نفسه التركيز المولي للمحلول S أي C_1



V/ تمديد (تخفيف) محلول

– تمديد أو تخفيف محلول تكريزه المولي C_0 هي عملية إضافة الماء المقطر له للحصول على محلول جديد تركيزه المولي C_1 يكون أقل من تركيز المحلول الأصلي أي : $C_1 < C_0$



– بعد عملية التمديد لا تتغير كمية مادة النوع الكيميائي المنحل و نكتب : $n_0 = n_1$

و منه نستنتج العلاقة التي تسمى قانون التمديد : $C_0.V_0 = C_1.V_1$

– **معامل التمديد f :** تمديد محلول f مرة يعني إضافة الماء المقطر له حتى يصبح حجمه يساوي f ضعف من الحجم الإبتدائي.

– لدينا :

V_0 : حجم المحلول الأصلي

V_1 : حجم المحلول الناتج (الممدد أو المخفف) حيث : $V_1 > V_0$

C_0 : تركيز المحلول الأصلي

C_1 : تركيز المحلول الممدد حيث : $C_0 > C_1$

و تكون علاقة معامل التمديد كاتالي : $f = \frac{C_0}{C_1} = \frac{V_1}{V_0} > 1$

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً

مدرسة الفجر للغات تبسة
-شارع هواري بومدين-
0.37.50.69.13

الأستاذ وائل للعلوم الفيزيائية
02/01 ثانوي
04 متوسط



– البروتوكول التجريبي لتخفيف محلول : نريد تحضير محلول حجمه $V_1 = 100\ mL$ و تركيزه $C_1 = 0.01\ mol.l^{-1}$ انطلاقا من محلول $(Na^+ + Cl^-)_{(aq)}$ تركيزه $C_0 = 0.1\ mol.l^{-1}$

الخطوات :

– نحسب الحجم الواجب أخذه : $C_0.V_0 = C_1.V_1$

و منه : $V_0 = \frac{C_1.V_1}{C_0} = \frac{0.01\times100}{0.1} = 10\ mL$

1– بواسطة ماصة عيارية مزودة بإجاصة نأخذ حجما V_0 من المحلول الأصلي S_0

2– نسكب الحجم V_0 في حوجلة عيارية سعتها $V_1 = 100\ mL$ بها قليل من الماء المقطر

3– نضيف الماء المقطر في الحوجلة إلى غاية خط العيار

4– نسد الحوجلة بسدادة ثن نرج جيدا قصد الحصول على محلول متجانس



VI/ المحاليل غير النقية و التجارية

1– النسبة الكتلية لمحلول (درجة النقاوة) : المواد الكيميائية التجارية تكون غير نقية كليا بل تحتوي على مواد أخرى و لكن بنسب ضئيلة ، لذا تتميز هذه المواد بمقدار يسمى درجة النقاوة P و تمثل حاصل قسمة كتلة المادة النقية m على كتلة المادة التجارية (الشائبة) m_0 و نكتب :

$$P(\%) = \frac{m_0}{m}.100$$

2– قانون حساب التركيز المولي لمحلول تجاري : عندما نحصل على محلول مائي S_0 نتيجة إذابة كتلة من نوع كيميائي X ، فإن هذا المحلول يمتاز بمقدار يدعى النسبة الكتلية P وله أيضا تركيز مولي و كتلي و النسبة الكتلية تمثل كتلة النوع الكيميائي X المنحلة في $100\ g$ من المحلول S_0

– من تعريف النسبة الكتلية نكتب :

$$\begin{cases} 100\ g\ (S_0) \rightarrow P(\%)\ (CuSO_4) \\ m(S_0)\ g \rightarrow m(CuSO_4)\ g \end{cases}$$

و منه يكون : $P(\%) = \frac{m(CuSO_4)}{m(S_0)}.100$

– من قانون الكتلة الحجمية نجد : $\rho(S_0) = \frac{m(S_0)}{V_S} \rightarrow m(S_0) = \rho(S_0).V_S$

– من قانون التركيز الكتلي : $C_m = \frac{m(CuSO_4)}{V_S} \rightarrow m(CuSO_4) = C_m.V_S$

– بالتعويض يكون : $P(\%) = \frac{C_m.V_S}{\rho(S_0).V_S}.100 \rightarrow P(\%) = \frac{100.C_m}{\rho(S_0)}$

– لدينا : $C_m = M.C_0$

الأستاذ وائل للعلوم الفيزيائية
02/01 ثانوي
04 متوسط
مدرسة الفجر للغات تبسة
-شارع هواري بومدين-
0.37.50.69.13

علما أن $\rho(H_2O) = 1000\ g/L$

يكون: $d = \frac{\rho(S_0)}{\rho(H_2O)} \rightarrow \rho(S_0) = d.\rho(H_2O) = d.1000 \rightarrow \rho(S_0) = 1000.d$

و منه : $P(\%) = \frac{100.M.C_0}{1000.d}$

و منه يكون القانون كالتالي : $C_0 = \frac{10.d.P(\%)}{M}$



مثال تطبيقي : لدينا قارورة لمحلول كبريتات النحاس $CuSO_{4(aq)}$ تحمل المعلومات التالية :

$M = 159.5\ g/mol \quad / \quad d = 2.2 \quad / \quad P = 17\ (\%)$

– احسب التركيز المولي لهذا المحلول :

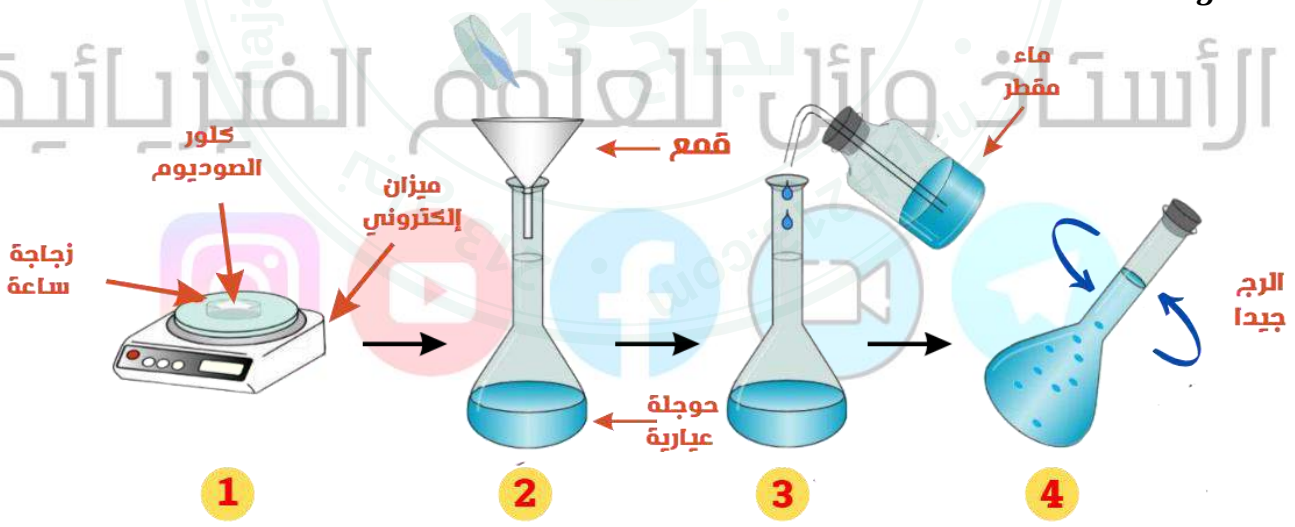
الحل : بتطبيق العلاقة السابقة :

$$C_0 = \frac{10.d.P(\%)}{M} \rightarrow C_0 = \frac{10 \times 2.2 \times 17}{159.5} = 2.34\ mol/L$$

VII/ بروتوكولات تجريبية لتحضير المحاليل

1/ تحضير محلول انطلاقا من مادة صلبة

– نريد تحضير محلول حجمه $V = 100\ mL$ و تركيزه $C = 0.1\ mol.l^{-1}$ انطلاق من كلور الصوديوم $NaCl_{(S)}$ كتلته المولية $M = 58.5\ g.mol^{-1}$



– نحسب الكتلة الواجب استعمالها : $m = C.V.M = 0.1 \times 0.1 \times 58.5 = 0.585\ g$

1– بواسطة ميزان إلكتروني نقوم بوزن الكتلة m

2–نفرغ محتوى زجاجة ساعة بواسطة قمع في حوجلة عيارية سعتها $V = 100\ mL$ بها قليل من الماء المقطر

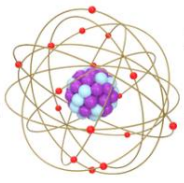
3–نضيف الماء المقطر في الحوجلة إلى خط العيار

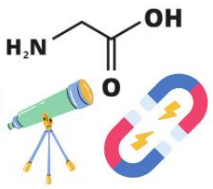
4–نسد الحوجلة بسدادة ثم نرج جيدا قصد الحصول على محلول متجانس

najah213.com · نجاح 213



الأستاذ وائل للعلوم الفيزيائية
02/01 ثانوي
04 متوسط

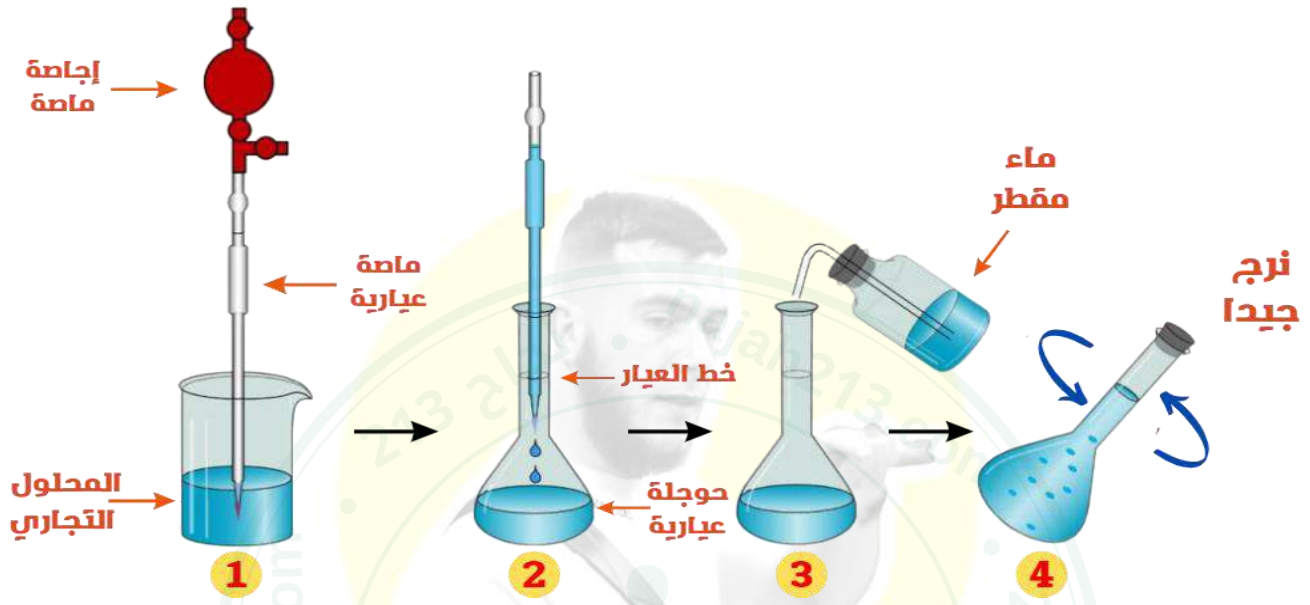




مدرسة الفجر للغات تبسة
-شارع هواري بومدين-
0.37.50.69.13

2/ تحضير محلول انطلاقا من محلول تجاري مركز

– نريد تحضير محلول حجمه $V = 100\ mL$ و تركيزه $C = 0.2\ mol.l^{-1}$ انطلاقا من محلول تجاري لحمض كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$ درجة نقاوته $P = 34\%$ ، كثافته $d = 1.16$ و كتلته المولية الجزيئية $M = 36.5\ g/mol$



– نحسب تركيز المحلول التجاري : $C_0 = \frac{10.d.P}{M} = \frac{10 \times 34 \times 1.16}{36.5} = 10.81\ mol.l^{-1}$

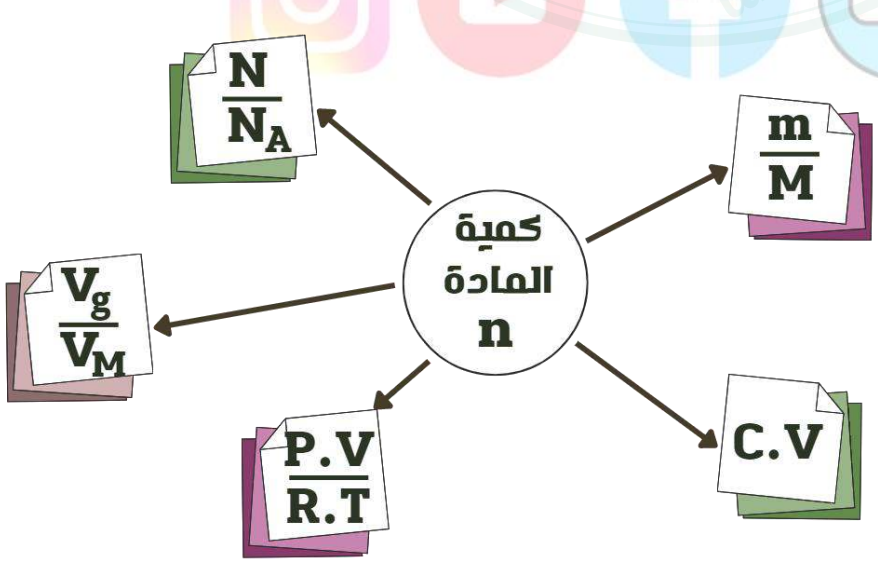
– نحسب الحجم الواجب أخذه : $V_0 = \frac{C_1.V_1}{C_0} = \frac{0.2 \times 100}{10.81} = 1.85\ mL$

1– بواسطة ماصة عيارية نأخذ حجما V_0 من المحلول التجاري

2– نسكب الحجم V_0 في حوجلة عيارية سعتها $V = 100\ mL$ بها قليل من الماء المقطر

3– نضيف الماء المقطر في الحوجلة حتى خط العيار

4– نسد الحوجلة بسدادة ثم نرج جيدا قصد الحصول على محلول متجانس







فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com