

## II / الأسترة

س 1 أكتب الصيغة العامة والصيغة نصف المفصلة للأستر.

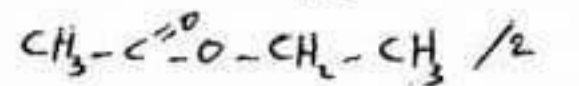
ج 1 الصيغة العامة:  $C_nH_{2n}O_2$

الصيغة نصف المفصلة:  $R-COOR'$  أو  $R-C(=O)-R'$

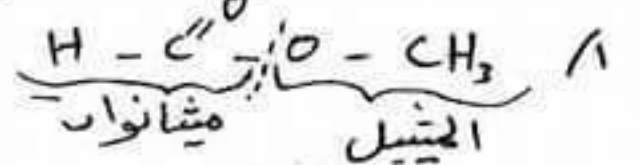
س 2 ما هي المجموعة المميزة للأستر؟

ج 2 مجموعة الأستر:  $-C(=O)-O-$

س 3 اسم الأستران التاليين مع إعطاء المحفز والاحول المشكل للأستر.



ج 3 الشكل العام لإسم الأستر هو الكانوات الألكيل.



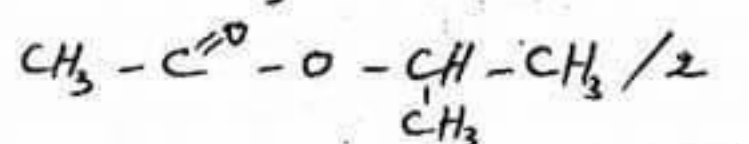
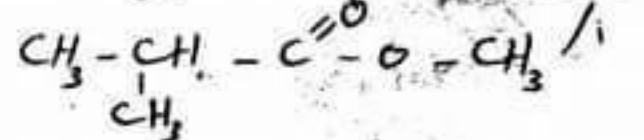
اذن: ميثانوات الميثيل.

2/  $CH_3-C(=O)-O-CH_2-CH_3$  الإيثيل.

المحفز الكحول



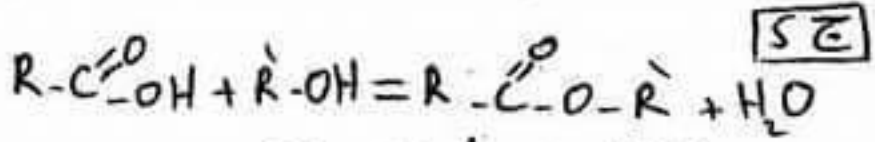
س 4 اسم الأستران التاليين.



ج 4 1/ ميثيل بروبانوات الميثيل.

2/ إيثانوات 1- ميثيل الإيثيل.

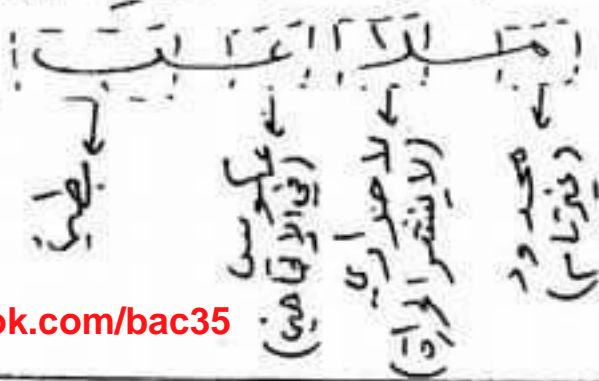
س 5 أكتب معادلة التفاعل بين الحمض  $R-COOH$  والكحول  $R'-OH$ . ماذا يسمى



يسمى تفاعل الأسترة.

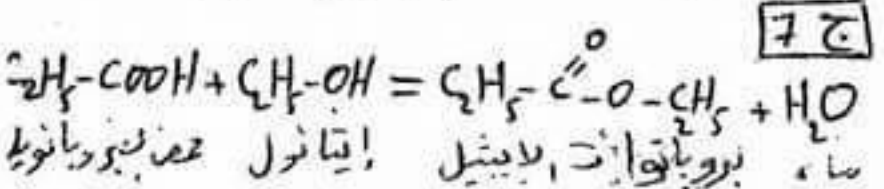
س 6 ما هي خصائص الأسترة (أو الإماهة)؟

ج 6 تجمع الخصائص في كلمتين:



س 7 أكتب التفاعل بين  $C_2H_5-COOH$

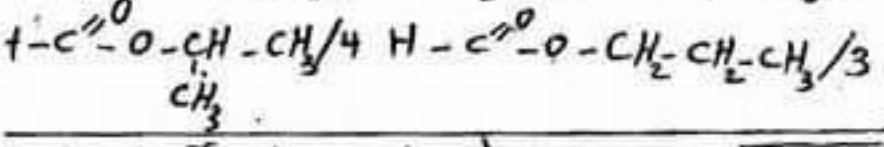
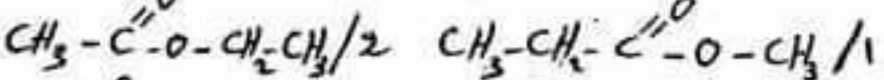
و  $C_2H_5-OH$  وسم جميع المركبات



س 8 ما هي الصيغة نصف المفصلة

الممكنة للأستر  $C_4H_8O_2$

ج 8 4 صيغ ممكنة:



س 9 ما هما الطريقتان اللتان تستخدمان

بتسريع تفاعل الأسترة

ج 9 1- تسخين حمض الكبريت المركز.

2- زيادة درجة الحرارة.

س 10 هل يغيران العاملان السابقان

(س 9) في مردود التفاعل؟

ج 10 لا يغيران المردود.

يسرعان التفاعل فقط.



سؤال 11 أعط علاقة المردود

11 ج

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} \cdot 100\% = \frac{x_f}{x_{max}} \cdot 100$$

$x_{max}$ : تستخرج من التفاعل المحد  
 $x_f$ : تحسب في الغالب من النواتج أو K

سؤال 12 أذكر طريقتان تستعملان لتحسين المردود ؟

12 ج

1/ باستعمال مزيج غير متساوي المولات  
 2/ بنزع أحد نواتج التفاعل أثناء تشرط

سؤال 13 هل يتعلق المردود r بنوع الكحول ؟ وهل يتعلق بالحض ؟

13 ج - نعم يتعلق r بنوع الكحول

كحول أولي  $\leftarrow r = 67\%$ كحول ثانوي  $\leftarrow r = 60\%$ كحول ثالثي  $\leftarrow r = 5 \dots 10\%$ 

- لا يتعلق بنوع الحمض .

سؤال 14 تفاعل بين 0,2 mol من كحول

و 0,4 mol من حمض كربوكسيلي .  
 - إذا علمت أن  $K = 4$  أوجد كمية الأستر المتشكل و أعط تركيبة المزيج النهائي

14 ج بالاستعانة بجدول التفرع

$$K = \frac{x_f^2}{(0,4 - x_f)(0,2 - x_f)} = 4$$

و من هنا نجد :  $x_f = 0,17 \text{ mol}$  $n(\text{أستر}) = x_f = 0,17 \text{ mol}$ 

- تركيبة المزيج :

ماء	أستر	كحول	حمض
0,17	0,17	0,03	0,23

نحسب على (ح) لجدول التفرع  
 (رسم ليس ضرورياً)

$$n_f(\text{ح}) = 0,4 - 0,17 = 0,23 \text{ mol}$$

$$n_f(\text{ر}) = 0,2 - 0,17 = 0,03 \text{ mol}$$

$$n_f(\text{ف}) = n_f(\text{م}) = x_f = 0,17 \text{ mol}$$

سؤال 15

لتكن الأسترة :  $0,1 \text{ mol} = n(\text{حمض})$  مع $0,2 \text{ mol} = n(\text{كحول})$  بوجود  $(\text{H}^+)$ 

فأحصل على  $n(\text{أستر}) = 0,084 \text{ mol}$  عند التوازن  
 - كم هو مردود التفاعل . ما لنا نستنتج ؟

15 ج

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} \cdot 100\% \quad / \quad x_f = n_f(\text{أستر})$$

$$x_{max} = n_d(\text{كحول})$$

$$r = \frac{0,084}{0,1} \cdot 100\% \rightarrow r = 84\%$$

نستنتج أن المزيج غير متساوي المولات  
 - تحسين المردود (لأنه تجاوز 67%)

سؤال 16 لتكن الإضافة :  $0,1 \text{ mol} = n(\text{أستر})$ مع  $1 \text{ mol} = n(\text{ماء})$  بوجود حمض كبريتفيبقى عند التوازن  $0,025 \text{ mol} = n(\text{أستر})$ 

- كم هو مردود التفاعل ؟ ماذا نستنتج ؟

16 ج

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} \cdot 100\% \quad / \quad x_f = n(\text{حمض})$$

$$x_{max} = n(\text{أستر}) - n(\text{أستر})$$

$$r = \frac{0,1 - 0,025}{0,1} \cdot 100\% \rightarrow r = 75\%$$

نستنتج أن المزيج غير متساوي المولات  
 - تحسين مردود التفاعل

سؤال 17 لدينا حمض كربوكسيلي  $n_0 = 0,3 \text{ mol}$ و كتلته  $m = 22,2 \text{ g}$ 

- أوجد صيغة الجزيئية المجهولة ثم أعط

صيغته نصف المفصلة ثم المفصلة

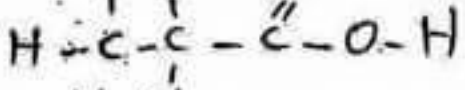
17 ج. الرصيفة المجهولة من شكل  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ 

$$M = \frac{m}{n} = \frac{22,2}{0,3} (= n = \frac{m}{M})$$

-  $M = 74 \text{ g/mol}$  ، صيغة أخرى

$$M = 14n + 32 \Rightarrow 14n + 32 = 74$$

$$\Rightarrow n = 3 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$$

- ص. ن. م.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(=O)OH}$ - ص. م.  $\text{H}_2\text{C=CH-C(=O)OH}$ 



## ملاحظة هامة

① في حالة تطور التفاعل العكسي يجب كتابة المعادلات عكسيا حيث تكون النواتج متفاعلات و المتفاعلات نواتج .

② لحساب  $K$  و  $Q_{ri}$  في هذه الوحدة لا نستعمل التراكيز بل كمية مادة .

$$K = \frac{n_p(\text{الماء}) \cdot n_p(\text{الأستر})}{n_p(\text{الكحول}) \cdot n_p(\text{المحفز})}$$

من أجل  
تفاعل  
الأستر :

$$Q_{ri} = \frac{n_o(\text{الماء}) \cdot n_o(\text{الأستر})}{n_o(\text{الكحول}) \cdot n_o(\text{المحفز})}$$

س 21 ② نشكل مزيج من 1 mol من

محفز A و 2 mol من كحول B و 4 mol من أستر E و 3 mol من الماء D حيث  $K = 4,12$

1- نكتب معادلات التفاعل المباشر (الأستر) أو العكسي (الإماهة) .  
2- أكتب معادلات التفاعل .

ج 21 ② 1- معادلات التفاعل :  
لدينا :  $Q_{ri} = \frac{[E] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{n_o(E) \cdot n_o(D)}{n_o(A) \cdot n_o(B)}$

$= \frac{4 \times 3}{1 \times 2} = 6 > K$   
و من معادلات التفاعل هي العكسية (تفاعل إماهة) .  
2- المعادلات :

كحول + محفز = الماء + الأستر

س 22 ② أوجد تركيب المزيج عند التوازن .

ج 22 ② تركيب المزيج هو كمية المادة لكل المتفاعلات والنواتج ويُفضل وضعها في جدول كما يلي :

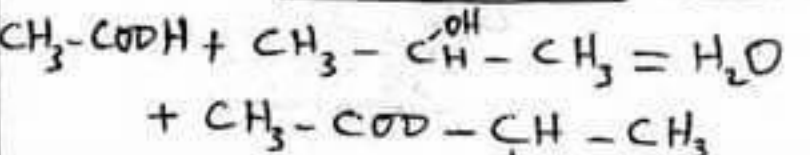
الماء	الأستر	الكحول	المحفز
$x_p$	$x_p$	$n_o - x_p$	$n_o - x_p$
الناتج	الناتج	الناتج	الناتج

عند التوازن أي عند الحالة القياسية لهذا الجواب  $x_p$  أولا ثم بقوانين عددية .  
و إذا علمت كمية مادة الأستر المتشكل

و إذا علمت المودور :  
 $x_p = n_p(\text{الأستر})$   
 $r = \frac{x_p}{x_{max}} \cdot 100\%$   
 $\Rightarrow x_p = 100r \cdot x_{max} / x_{max} = n_o$  ③

س 18 ① يتفاعل حمض الإيثانويك مع البروبان-2-ول فنحصل على مركب E كتلتها 102 g والماء .  
1- أكتب معادلات التفاعل .  
2- ما هي طبيعة المركب E .  
3- أحسب كمية مادة E المتشكلة .

ج 18 ① 1/ المعادلات :



2/ طبيعة E : أستر .

3/ حساب  $n(E)$  :

لدينا :  $n(E) = \frac{m}{M}$  حيث :

$$M = 5 \times 12 + 2 \times 16 + 1 \times 10 = 102 \text{ g/mol}$$

$$n(E) = \frac{10,2}{102} \rightarrow n_p(E) = 0,1 \text{ mol}$$

س 19 ① تفاعل بين 2 mol من حمض الإيثانويك و 2 g من الإيثانول .  
شكل المزيج متكافؤ (متساوي) المولات .

ج 19 ① لحساب أولًا كمية مادة الكحول  $n_o(\text{الكحول}) = \frac{m}{M} / M = 2 \times 12 + 16 + 6$

$$n_o(\text{الكحول}) = \frac{9,2}{46} = 0,2 \text{ mol}$$

نلاحظ أن  $n_o(\text{الكحول}) = n_o(\text{المحفز})$  ومنه المزيج متساوي المولات .

س 20 ① بين في أي جهة يتطور التفاعل .

ج 20 ① للإجابة على هذا السؤال نحسب  $Q_{ri}$  ونقارنه مع  $K$  حيث :

-  $Q_{ri} < K \Rightarrow$  يتطور التفاعل في الاتجاه المباشر (تفاعل الأستر) .

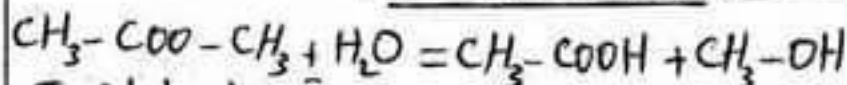
-  $Q_{ri} > K \Rightarrow$  يتطور التفاعل في الاتجاه العكسي (تفاعل الإماهة) .

(أنظر س 21) .

س 24 تفاعل بين إيثانوات

- 1- أكتب معادلات التفاعل، وسمي؟
- 2- ستم المركبات الناتجة.
- 3- أذكر خصائصه.

ج 24 1- المعادلات:

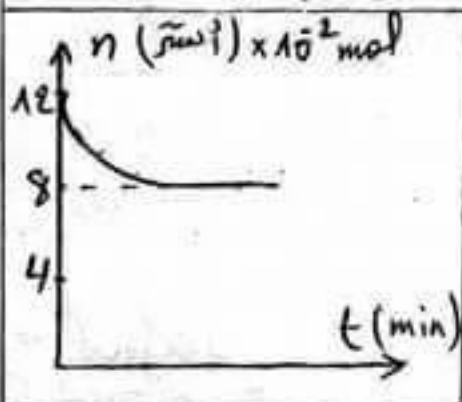


2/ تسمية المركبات: تفاعل، إضافة

حمض الإيثانويك

ميثانول

3/ خصائصه: لا حراري - بصلي - معدود -



س 25 تفاعل

إضافة مزيج متساوي المولات يسمح بالحصول على بيان المقابل 1- أنشئ جدول التقدم

2- حدد التركيب المولي للمزيج عند التوازن

3- أحسب K

ج 25 1- جدول التقدم:

	الكحول	الحمض	الماء	الأستر
ت	0	0	0,12	0,12
ت	x	x	0,12-x	0,12-x
ت	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	0,12-x <sub>f</sub>	0,12-x <sub>f</sub>

2/ التركيب المولي:

	الكحول	الحمض	الماء	الأستر
ت	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	0,12-x <sub>f</sub>	0,12-x <sub>f</sub>
ت	0,04	0,04	0,08	0,08

بالإستعانة بالبيان ملأ الجدول.

3- حساب K:

$$K = \frac{[\text{الكحول}] \cdot [\text{الحمض}]}{[\text{الماء}] \cdot [\text{الأستر}]} = \frac{0,04 \cdot 0,04}{0,08 \cdot 0,08} = 0,25$$

س 23 تفاعل أسترة بين

0,1 mol من حمض و 0,1 mol من الكحول وعند التوازن نضيف 0,1 mol من الحمض و 0,2 mol من الكحول أو جد تركيب المزيج عند التوازن الجدير (وحد K=4 عند التوازن الأول)

ج 23 نرسم أولا الجدول حين

نعيد كتابة القيم وكأفعا لتفاعل لأول مرة كما يلي:

الماء	الأستر	الكحول	الحمض
x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	0,3-x <sub>f</sub>	0,2-x <sub>f</sub>
0,16	0,16	0,14	0,04

نعلم أن K ثابت ولا يتغير إذا تغيرت كمية المادة فهو يتعلق فقط بدرجة الحرارة إذن:

$$K = \frac{x_f^2}{(0,2-x_f)(0,3-x_f)} = 4$$

بعد التبسيط نجد:

$$3x_f^2 - 2x_f + 0,24 = 0$$

باستعمال المميز Δ نجد الحلين:

$$x_{f1} = 0,16 \text{ mol (مقبول)}$$

$$x_{f2} = 0,51 \text{ mol (مرفوض)}$$

x<sub>f2</sub> مرفوض لأنه إذا لموضناه في الجدول نحصل على قيم سالبة.

ومن هنا نخلص أن x<sub>f1</sub> في الجدول.

أمثلة على هامش:

في السؤال السابق [س 23] عادة يُطلب جهة تطور التفاعل أولا ثم التركيب حين إذا كانت الجهة هي العكسية يجب أولا قلب المعادلات فتصبح المتفاعلات نواتج والعكس كحول + حمض = ماء + أستر تجوز كتابة الأسماء (أستر - ماء - ...) بدل عبارة الصيغة في أي مكان غير المعادلة.



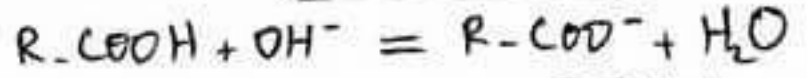
## ملاحظات

الماء لا يكون بوفرة في وحدة الأستر لأنه ليس مذيب .

**س 26** أثناء تفاعل الأستر لقوى معايرة الحمض المتبق بواصفات  $(Na^+ + OH^-)$  وذلك بتقسيم المزيج في 10 أنابيب متساوية الحجم وفي كل لحظة نخرج أنبوباً ونعايره .

1 - أكتب معادلات تفاعل المعايرة .  
2 - أكتب العلاقة بين كمية مادة الحمض المتبق والحجم المضاف عند التكافؤ  $V_{eq}$  وتركيز الأساسية

**26 ج** 1 - المعادلات



2 - العلاقة :

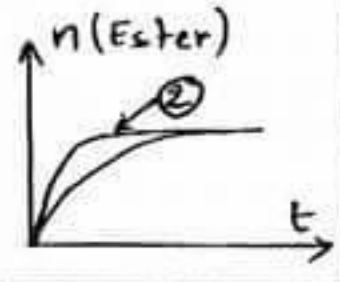
عند التكافؤ  $n(\text{المحف}) = C_b V_{eq}$

**س 27** في تفاعل الأستر وإلاستة جدول التقدم أو جد العلاقات بين كمية الحمض المتبق وكمية الأستر المتشكل

**27 ج** من جدول التقدم

$$\left. \begin{aligned} n(\text{المحف}) &= n_0 - x \\ n(\text{الأستر}) &= x \end{aligned} \right\} \Rightarrow n(\text{المحف}) = n_0 - n(\text{الأستر})$$

**س 28** ليكن بيان المقابل



1 - مثل في نفس

المعلم المقابل

كمية مادة الأستر

إذا أردنا درجة الحرارة أو

أضفنا بضع قطرات من حمض كبريت

المركب

2 - هل يتغير المردود في هذه الحالة

**28 ج** 1 - التمثيل : البيان (2) .

2 - لا يتغير المردود .

**س 29** يتبين أن تفاعل

الأستر (أو الإماهة) محدود

**29 ج** لإثبات أن التفاعل محدود (أو غير تام) حسب  $pH$  فنجد

$1 < pH \Rightarrow$  التفاعل محدود .

**س 30**

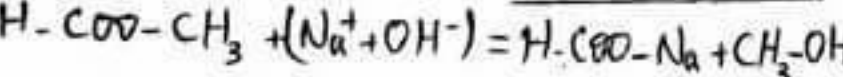
1 - متى يكون تفاعل الأستر تام ؟

2 - أكتب معادلات تفاعل ميثانوان أميل مع  $NaOH$  وكيف يسمى هذا التفاعل ؟

**30 ج** 1 - يكون تفاعل الأستر تام

إذا استبدلنا الحمض بكلور الأسيل .

2 - المعادلات



و يسمى تفاعل التصبب .

**س 31** ما هو دور التسخين المرتد

**31 ج** دور التسخين المرتد هو

تكثيف الأبخرة وجعلها تترتد إلى

التفاعل .

تسمية : الكحول - المحفز - الأستر

يجب أولاً حفظ هذه الألكانات

عدد ذرات الكربون	اسم الألكان
1	ميثان
2	إيثان
3	بروبان
4	بوتان
5	بنزين
6	هكسان

① الشكل العام لإسم الكحول

الكان n - ول

n : رتم الكربون الحامل للوصيفة  $(OH)$  في السلسلة

② الشكل العام لإسم الكحول

حمض الألكانويل

③ الشكل العام لإسم الأستر

الكانوان الألكيل

## ملاحظات

في حالة وجود جذر في السلسلة

نبدأ به في التسمية وشكله n - ألكيل

⑤ n : رتم الكربون الحامل له (في أغلب ميثيل) .



ج/ حساب المردود

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} \cdot 100 = \frac{0,067}{0,1} \times 100$$

$$r = 67\%$$

س33 / تفاعل حجم  $V_1 = 20 \text{ ml}$  من حمض

الإيثانويك مع حجم  $V_2 = 15 \text{ ml}$  من

الميثانول.

1/ كيف نسمي هذا التفاعل؟ ماهي هيرواته؟

2/ اكتب معادلات التفاعل

3/ احسب كمية المادة الأولية

4/ احسب كمية مادة الأستر عند التوازن

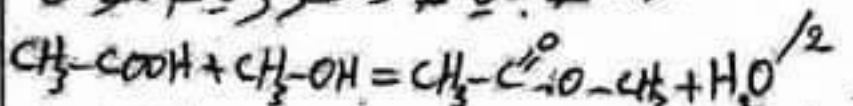
5/ احسب مردود التفاعل

$K = 4$ ,  $S_2 = 0,791 \text{ g/ml}$ ,  $S_1 = 1,04 \text{ g/ml}$

$C = 12 \text{ g/mol}$ ,  $O = 16 \text{ g/mol}$ ,  $H = 1 \text{ g/mol}$

1/ تفاعل الأستر

مردود - جلي - لا حراري - عكوس



3/ كمية المادة الأولية

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{S_1 V_1}{M_1} = \frac{1,04 \times 20}{12 \times 2 + 16 \times 2 + 4}$$

$$n_1 = 0,348 \text{ mol}$$

$$n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{S_2 V_2}{M_2} = \frac{0,791 \times 15}{12 + 16 + 4}$$

$$n_2 = 0,371 \text{ mol}$$

4/ كمية مادة الأستر المتشكل

من جدول التفاعل

$$n_f(\text{أستر}) = x_f$$

$$K = \frac{x_f}{(0,348 - x_f)(0,371 - x_f)} = 4$$

5/ معادلات من الدرجة 2 - نستخرج

$$\Rightarrow \begin{cases} x_{f1} = 0,239 \text{ mol} \\ x_{f2} = 0,72 \text{ mol} \end{cases} \quad (x_{f2} > x_{max})$$

$$n_f(\text{أستر}) = x_f = 0,239 \text{ mol}$$

5/ المردود

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} \cdot 100 / x_{max} = 0,348$$

$$r = \frac{0,239}{0,348} \times 100 \rightarrow r = 68,7\%$$

6/ الاختلاف، لطيف في المزيج (كمية مادة الإيثانويك)

حسب المردود

س32 / تم تحضير أستر من  $0,1 \text{ mol}$

من  $\text{CH}_3\text{-COOH}$  و  $0,1 \text{ mol}$  من  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$

مع إضافة بعض قطرات من

حمض الكبريت المركز

1/ ما هو دور حمض الكبريت؟

2/ كيف هو المزيج؟

3/ اكتب المعادلة وأجز جدول التفاعل

4/ إذا علمت أن  $K = 4$

أ/ احسب كمية الأستر عند التوازن

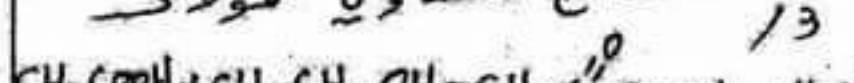
ب/ احسب  $x_{max}$

ج/ احسب المردود التفاعلي

س32 ج

1/ دور الحمض تسريع التفاعل

2/ المزيج متساوي المولات



س/ احسب كمية الأستر عند التوازن

س/ احسب  $x_{max}$

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي

س/ احسب المردود التفاعلي