

Табл. 1. — Энергия связи различных атомов и электрона

Атом	EA, эВ		Атом	EA, эВ
1 H	0,75416	37	Rb	0,4859
3 Li	0,609	39	Y	0,307
5 B	0,277	40	Zr	0,426
6 C	1,269	41	Nb	0,893
7 N	нет	42	Mo	0,746
8 O	1,46112	43	Tc	0,5
9 F	3,399	44	Ru	1,05
11 Na	0,5479	45	Rh	1,137
13 Al	0,441	46	Pd	0,557
14 Si	1,385	47	Ag	1,302
15 P	0,7465	49	In	0,3
16 S	2,07712	50	Sn	1,2
17 Cl	3,617	51	Sb	1,07
19 K	0,501	52	Te	1,9708
21 Sc	0,188	53	I	3,0591
22 Ti	0,079	55	Cs	0,47163
23 V	0,525	57	La	0,5
24 Cr	0,666	73	Ta	0,322
25 Mn	нет	74	W	0,815
26 Fe	0,163	75	Re	0,15
27 Co	0,661	76	Os	1,14
28 Ni	1,156	77	Ir	1,56
29 Cu	1,228	78	Pt	2,128
31 Ga	0,30	79	Au	2,3086
32 Ge	1,20	81	Tl	0,2
33 As	0,81	82	Pb	0,364
34 Se	2,0207	83	Bi	0,946
35 Br	3,365	84	Po	1,9

Примечание. Несуществующие отрицательные ионы инертных газов и щелочноземельных металлов не включены в таблицу.

Двухзарядные O. и. не существуют. В редких случаях O. и. могут иметь метастабильные возбуждённые состояния. В табл. 2 приводятся EA для основного и возбуждённого состояний тех O. и., у которых имеются возбуждённые состояния.

Табл. 2. — Энергия связи в основном и возбуждённом состояниях

Отрицательный ион, состояние	EA, эВ	Отрицательный ион, состояние	EA, эВ
C <sup>-</sup> ( <sup>4</sup> S)	1,269	Ge <sup>-</sup> ( <sup>4</sup> S)	1,2
C <sup>-</sup> ( <sup>2</sup> D)	0,033	Ge <sup>-</sup> ( <sup>2</sup> D)	0,4
Al <sup>-</sup> ( <sup>2</sup> P)	0,441	Y <sup>-</sup> ( <sup>2</sup> D)	0,307
Al <sup>-</sup> ( <sup>1</sup> D)	0,109	Y <sup>-</sup> ( <sup>4</sup> D)	0,164
Si <sup>-</sup> ( <sup>4</sup> S)	1,385	Pd <sup>-</sup> ( <sup>2</sup> S)	0,557
Si <sup>-</sup> ( <sup>3</sup> D)	0,523	Pd <sup>-</sup> ( <sup>2</sup> D)	0,421
Si <sup>-</sup> ( <sup>2</sup> P)	0,029		1,2
Sc <sup>-</sup> ( <sup>1</sup> D)	0,188	Sn <sup>-</sup> ( <sup>4</sup> S)	1,2
Sc <sup>-</sup> ( <sup>2</sup> D)	0,041	Sn <sup>-</sup> ( <sup>2</sup> D)	0,4

Если O. и. содержит два возбуждённых электрона, то такое состояние является автораспадным. Короткоживущие (~10<sup>-12</sup>с) автораспадные состояния O. и. проявляются в процессах столкновения электронов с атомами. Напр., существование автораспадного состояния O. и. азота повышает эффективность излучения низкотемпературной азотной плазмы.

Молекулярные O. и. представляют собой связанное состояние молекулы и электрона. Энергии сродства некоторых молекул к электрону приведены в табл. 3.

Табл. 3. — Энергия связи электрона с молекулой

Молекула	EA, эВ	Молекула	EA, эВ
Br <sub>2</sub>	2,6	NO <sub>2</sub>	3,1
Cl <sub>2</sub>	2,4	O <sub>3</sub>	2,1
F <sub>2</sub>	3,0	SH <sub>2</sub>	1,1
I <sub>2</sub>	2,5	SO <sub>2</sub>	1,0
O <sub>2</sub>	0,44	CO <sub>2</sub>	2,8
OH	1,83	NO <sub>3</sub>	3,7
S <sub>2</sub>	1,66	CO <sub>4</sub>	1,2

но эффективно они образуются в электроотрицат. газах при низких темп-рах. Наличие автораспадных состояний молекулярных O. и. увеличивает эффективность коле-

Табл. 4. — Разрушение и образование отрицательных ионов

Процесс	Пример
1. Диссоциативное прилипание электрона к молекуле . . . . .	$e + H_2 \rightarrow H^- + H$
2. Прилипание электрона к молекуле при тройных столкновениях . . . . .	$e + 2O_2 \rightarrow O_2^- + O_2$
3. Радиц. прилипание электрона к атому и молекуле . . . . .	$e + H \rightarrow H^- + h\nu$
4. Хемиионизация . . . . .	$Cs + MoF_6 \rightarrow Cs^+ + MoF_6^-$
5. Резонансная перезарядка . . . . .	$H^- + H \rightarrow H + H^-$
6. Нерезонансная перезарядка . . . . .	$O_2^- + O_2 \rightarrow O_2 + O_2^-$
7. Ионно-молекулярные реакции . . . . .	$UF_6^- + BF_3 \rightarrow UF_6 + BF_3^-$
8. Образование кластерных ионов . . . . .	$OH^- + H_2O + O_2 \rightarrow OH^- \cdot H_2O + O_2$
9. Фотодиссоциация . . . . .	$CO_3^- \cdot H_2O + h\nu \rightarrow CO_3^- + H_2O$
10. Фотораспад . . . . .	$H^- + h\nu \rightarrow H + e$
11. Взаимная нейтрализация ионов . . . . .	$H^+ + H^- \rightarrow 2H$
12. Рекомбинация ионов при тройных столкновениях . . . . .	$NO^+ + NO_2^- + N_2 \rightarrow NO + NO_2 + N_2$
13. Ассоциативный распад . . . . .	$O^+ + CO \rightarrow CO_2 + e$
14. Разрушение O. и. при столкновениях . . . . .	$H^- + He \rightarrow H + He + e$

бательного возбуждения молекул в разряде на неск. порядков.

Процессы разрушения и образования O. и. очень разнообразны (табл. 4). Эффективностью этих процессов определяется роль O. и. в разл. газово-плазменных системах. Образование O. и. в газовом разряде резко снижает проводимость плазмы, а это приводит к возникновению неустойчивостей и структур в газовом разряде. Введение в газовый промежуток электроотрицат. газов повышает его пробойное напряжение. Существенны процессы с O. и. в атмосфере Земли, планет, звёзд. Отрицат. заряд у поверхности Земли связан с процессом 2 (табл. 4). Излучение Солнца в оптич. области спектра в большей степени создаётся процессом 3 (табл. 4), протекающим в фотосфере Солнца.

Лит.: Смирнов В. М., Отрицательные ионы, М., 1978; Мессеи Г., Отрицательные ионы, пер. с англ., М., 1979. В. М. Смирнов.

**ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ КРИСТАЛЛЫ** — одноосные кристаллы, в которых скорость распространения обыкновенного луча меньше, чем скорость распространения необыкновенного луча (см. Двойное лучепреломление, Кристаллооптика). В кристаллографии O. к. наз. также жидкие включения в кристаллах, имеющие ту же форму, что и сам кристалл.

**ОТРЫВНОЕ ТЕЧЕНИЕ** — течение вязкой жидкости (газа), при котором следующий вдоль твёрдой поверхности поток жидкости отрывается от неё. Различают неск. типов O. т.: для гладкой поверхности отрыв с последующим присоединением оторвавшегося потока к поверхности и отрыв, в котором это присоединение не происходит. Кроме того, следует выделить отрыв перед и после уступа на поверхности тела, O. т. над выемкой и в донной области за телом.

Необходимое условие возникновения O. т. вязкой жидкости — повышение давления в направлении течения, т. е. убывание скорости. Типичным примером такого течения при дозвуковых скоростях потока является течение у поверхности с образующими криволинейной формы (напр., у профиля крыла при больших углах атаки, сферы), в диффузоре, канале с уступом и др. При обтекании тела криволинейной формы (рис. 1) в пределах толщины  $\delta$  пограничного слоя по нормали к поверхности скорость течения убывает от значения  $v_0$  на