

発表内容

Fe9+が持つ磁場誘起遷移 (Magnetic field-induced transition: MIT) を使用した磁場診断手法について、Fe9+の微細構造 3s23p43d: 4D7/2, 4D5/2 間のエネルギー差 ΔE が診断精度を決める重要なパラメータとなっている。今回のポスタープレゼンテーションでは、 ΔE を得るために注目している紫外域の遷移である 4F7/2 $\rightarrow$ 4D7/2, 5/2 の片方の遷移 4F7/2 $\rightarrow$ 4D7/2 の波長測定と、近傍に存在する強度の強い二つの遷移波長の測定について報告した。そして今後の展望として、 ΔE を得るために必要な 4F7/2 $\rightarrow$ 4D5/2 の遷移波長測定方法の詳細 (大型分光器の利用とレーザー分光) と現状について紹介した。

質疑応答

Q1. Fe9+は何が特別か？他のイオンでも同様の手法があるのか？

Fe9+には外部磁場に敏感な MIT を持っている。それは磁場により 4D7/2 と 4D5/2 が混合すること起こり、混合は磁場と ΔE が影響する。その性質を使用して磁場を診断できるため、MIT を有していることが特別な点である。他のイオンでも MIT で強度比が変化する多価イオンは複数存在し、同じ Cl-like のイオンも含まれる。しかし、今求めたい ΔE が一番 Fe9+において小さく、MIT の遷移確率への影響が一番大きくなる。そのため Fe9+が特別なのはその点もある。

Q2. Fig.9, 10 の下の図は何を表しているのか？

波長校正に使用したイオンのスペクトル。CoBIT 中の発光を使用することで、発光位置の違いが減り、よりよく波長校正ができるため、Ar, Ne のイオンを使用した。質問者が上海 EBIT の関係者であったので、すぐに理解してもらうことができた。

Q3. NIST の値はどのような値か？ (おそらく波長測定されていないと紹介したから聞かれた。)

NIST のデータベースで Ritz と書かれている値。わかっている準位のエネルギーから遷移前後のエネルギー差を利用して求めている値。

Q4. Pritiさんの理論計算が今回発表した実験の値や Ritz とずれているのはどうして？

ポスターで載せていた理論計算の値は GRASP を使用した理論計算結果で、これまでいただいたファイルは valence-valence の相関を考えたものなので、あまり良くないと言っていた。さらによく計算した結果もあるので、それはより実験値に近くなっているはずである。(以前共有してもらう話になっていたが、催促して送ってもらうのを忘れていました、、、) この質問に関しては、詳しくスムーズに答えるのが難しく、相手にしっかりと伝わったのが微妙であるので、共同研究者にやっていただいた理論計算についても理解を深めたい。

Q5. レーザー分光の手法をより詳しく説明してほしい。

EBIT のプロセスを利用した、レーザー誘起蛍光 (LIF)法。293nm のレーザー光を照射することで、 $4F7/2 \rightarrow 4D5/2$ の遷移を誘起し、その後の $4D5/2 \rightarrow 2P3/2$ への LIF を観測する。レーザー波長をスキャンすることで、LIF 強度が変化しスペクトルのプロファイルを得ることができる。ここで強調したいのが、 $4F7/2$ と $4D5/2$ のポピュレーションが大きく異なるため LIF を観測できるが、一方の $4D7/2$ は近いと見られず、片方だけの遷移波長を測定できる。課題はこれまで行ってきたイオンとのポピュレーションの違いとレーザーパワーの違い。

その他、EBIT をよく知らない方には EBIT の原理と特徴を紹介した。事前に練習していたこともあり、自分の研究内容をスムーズに英語で紹介できたことは自信になった。もちろん、多価イオンのことをよく知っている方も多かったためうまく行ったこともあるので、そうではない人に向けたわかりやすい説明、言い換えを次は準備していこうと感じました。

参加者の発表を聞いて

多価イオン関連では、表面実験と Cf 導入の話が印象に残った。表面実験は中村研でも Kobe-EBIS で生成した Ar 多価イオンを用いて行っていたが、ICPEAC の発表では高価数の Xe 多価イオンを使用したものが多かった(Ar 多価イオンを使う研究もあった)。イオン源も EBIS だけでなく ECR (Electron Cyclotron Resonance) イオン源を使っている研究もあり、ECR イオン源では Ar の 17 価まで作れるというは強力だと感じた。具体的な実験として、多価イオンを衝突させた後の発光を見るイメージがあったが、試料を透過させ透過前後のどちらで強く光っているかを調べる実験、透過した多価イオンの価数がどのような時間変化をするのかを調べるものがあった。さらには衝突させるのではなく、試料の近くをかすめさせ、電子を束縛した後の様子 (スピン偏極など) を見るという手法もあり、多価イオンを引き出して何かをするというのも、さまざまなことができるのだと興味を惹かれた。また電通大でもかつて同じようなことをしていたことを少し調べたら知ることができた。次に Cf 導入について。Cf 多価イオンは微細構造定数の変動にとっても敏感であり、多価イオン原子時計を背景に実験をしていた。Cf の導入は laser-induced desorption という技術を使う。おそらく取り扱いの難しいもので、導入も難しいものだと思うが、それに成功させる技術開発に凄さを感じた。中村研には K-cell や e-flux 真空蒸着源があり、高融点の金属元素でも導入をすることができる。e-flux は Nb 導入でやり方も理解したため、自分自身でもできる範囲でさまざまな金属多価イオンの測定を行っていきたいと思いました。

ICPEAC に参加した感想

まず英語については、特にリスニングについて大きな壁があった。イントロダクションでどのようなものを使い、何を見るのか、がわかってもらって以降の詳細部分がかなり難しく感じた。まずは今やっていることを深く勉強して、理解できるのを増やしていきたいと思います。一方で学会初参加の時に比べ、わかることが増えていることを実感し、英語でも楽しく感じる部分もありました。

修士や博士の年齢に近い学生と交流できたのはとても良い経験でした。私にとって良い刺激になり、モチベーションも上がりました。次のハンプルクでの ICPEAC にも参加できるよう、研究を頑張っていきたいです。

Laboratory investigation of ultraviolet emission spectra of Fe⁹⁺ for magnetic field diagnostics of astrophysical plasmas

Yoshiki Miya¹, Naoki Kimura², Masaaki Baba³, Yuki Nagai¹, Priti¹, Daiki Ito¹, Nobuyuki Nakamura¹

¹ Institute for Laser Science, The University of Electro-Communications; ² National Institute for Fusion Science, National Institutes of Natural Sciences; ³ Division of Chemistry, Graduate School of Science, Kyoto University; ⁴ Molecular PhotoScience Research Center, Kobe University; ⁵ PG Department of Physics, Magad University

Background and Motivation

- Investigating the solar magnetic field contributes to understanding the solar activities, e.g., coronal heating.
- In 2015, the novel magnetic field diagnostics technique based on "magnetic field-induced transition (MIT)" of Fe⁹⁺ was proposed [1].
- MIT is caused by the magnetic mixing with ⁴D_{5/2} & ⁴D_{3/2} states. ⁴D_{5/2} → ⁴P_{1/2} initially M2, becomes MIT-E1.
- The mixing depends on the energy difference ΔE between ⁴D_{5/2} & ⁴D_{3/2} states. So, the ΔE is an important parameter for the rate of MIT.
- We will use 3s²3p³4d¹ ⁴F_{7/2} → ⁴D_{5/2} transition in UV region to derive ΔE.

Final Goal: To get ΔE precisely.
This presentation: ⁴F_{7/2} → ⁴D_{5/2} and two UV transition wavelengths measurement.

Experimental Method

CoBIT Parameter for Fe⁹⁺(Fe(C₂H₃)₂)

- Electron Beam Energy: 240 eV
- Beam Current: 10 mA
- Magnetic Field: 0.08 T
- Drift Tube Voltage: 150 V
- Gas Pressure: ~10⁻⁶ Pa

CoBIT Parameter for Ar, Ne

- Electron Beam Energy: 110 eV
- Beam Current: 3 mA
- Drift Tube Voltage: 50 V
- Gas Pressure: ~10⁻⁶ Pa

Visible spectrometer

Jobin Yvon HR320
Camera: Hamamatsu
Grating: 300 or 1200 gr/mm
CCD: P1025-400 (1340x400)
250-750 nm, 100-150 nm

UV spectrometer

Grating: 1200 gr/mm
CCD: P1025-400 (1340x400)
200-320 nm

High-resolution spectrometer

Grating: 1200 gr/mm
CCD: P1025-400 (1340x400)
200-320 nm

Fig. 15 Setup for higher-resolution spectroscopy

Result and Discussion

Fig. 1 Energy levels of Fe⁹⁺ (a) Energy levels under field and (b) field levels to this work.

Fig. 2 Previous work for determining splitting from solar observation [2].

Fig. 3 Simulated intensity ratio as a function of ΔE.

Fig. 4 Previous ΔE values [3-5].

Fig. 5 Energy difference to determine the appropriate condition.

Fig. 6 Colloidal calibration model simulation.

Fig. 7 Energy difference to determine the appropriate condition.

Fig. 8 Spectra of Fe⁹⁺ (a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) (k) (l) (m) (n) (o) (p) (q) (r) (s) (t) (u) (v) (w) (x) (y) (z) (aa) (ab) (ac) (ad) (ae) (af) (ag) (ah) (ai) (aj) (ak) (al) (am) (an) (ao) (ap) (aq) (ar) (as) (at) (au) (av) (aw) (ax) (ay) (az) (ba) (bb) (bc) (bd) (be) (bf) (bg) (bh) (bi) (bj) (bk) (bl) (bm) (bn) (bo) (bp) (bq) (br) (bs) (bt) (bu) (bv) (bw) (bx) (by) (bz) (ca) (cb) (cc) (cd) (ce) (cf) (cg) (ch) (ci) (cj) (ck) (cl) (cm) (cn) (co) (cp) (cq) (cr) (cs) (ct) (cu) (cv) (cw) (cx) (cy) (cz) (da) (db) (dc) (dd) (de) (df) (dg) (dh) (di) (dj) (dk) (dl) (dm) (dn) (do) (dp) (dq) (dr) (ds) (dt) (du) (dv) (dw) (dx) (dy) (dz) (ea) (eb) (ec) (ed) (ee) (ef) (eg) (eh) (ei) (ej) (ek) (el) (em) (en) (eo) (ep) (eq) (er) (es) (et) (eu) (ev) (ew) (ex) (ey) (ez) (fa) (fb) (fc) (fd) (fe) (ff) (fg) (fh) (fi) (fj) (fk) (fl) (fm) (fn) (fo) (fp) (fq) (fr) (fs) (ft) (fu) (fv) (fw) (fx) (fy) (fz) (ga) (gb) (gc) (gd) (ge) (gf) (gg) (gh) (gi) (gj) (gk) (gl) (gm) (gn) (go) (gp) (gq) (gr) (gs) (gt) (gu) (gv) (gw) (gx) (gy) (gz) (ha) (hb) (hc) (hd) (he) (hf) (hg) (hh) (hi) (hj) (hk) (hl) (hm) (hn) (ho) (hp) (hq) (hr) (hs) (ht) (hu) (hv) (hw) (hx) (hy) (hz) (ia) (ib) (ic) (id) (ie) (if) (ig) (ih) (ii) (ij) (ik) (il) (im) (in) (io) (ip) (iq) (ir) (is) (it) (iu) (iv) (iw) (ix) (iy) (iz) (ja) (jb) (jc) (jd) (je) (jf) (jg) (jh) (ji) (jj) (jk) (jl) (jm) (jn) (jo) (jp) (jq) (jr) (js) (jt) (ju) (jv) (jw) (jx) (jy) (jz) (ka) (kb) (kc) (kd) (ke) (kf) (kg) (kh) (ki) (kj) (kk) (kl) (km) (kn) (ko) (kp) (kq) (kr) (ks) (kt) (ku) (kv) (kw) (kx) (ky) (kz) (la) (lb) (lc) (ld) (le) (lf) (lg) (lh) (li) (lj) (lk) (ll) (lm) (ln) (lo) (lp) (lq) (lr) (ls) (lt) (lu) (lv) (lw) (lx) (ly) (lz) (ma) (mb) (mc) (md) (me) (mf) (mg) (mh) (mi) (mj) (mk) (ml) (mm) (mn) (mo) (mp) (mq) (mr) (ms) (mt) (mu) (mv) (mw) (mx) (my) (mz) (na) (nb) (nc) (nd) (ne) (nf) (ng) (nh) (ni) (nj) (nk) (nl) (nm) (nn) (no) (np) (nq) (nr) (ns) (nt) (nu) (nv) (nw) (nx) (ny) (nz) (oa) (ob) (oc) (od) (oe) (of) (og) (oh) (oi) (oj) (ok) (ol) (om) (on) (oo) (op) (oq) (or) (os) (ot) (ou) (ov) (ow) (ox) (oy) (oz) (pa) (pb) (pc) (pd) (pe) (pf) (pg) (ph) (pi) (pj) (pk) (pl) (pm) (pn) (po) (pp) (pq) (pr) (ps) (pt) (pu) (pv) (pw) (px) (py) (pz) (qa) (qb) (qc) (qd) (qe) (qf) (qg) (qh) (qi) (qj) (qk) (ql) (qm) (qn) (qo) (qp) (qq) (qr) (qs) (qt) (qu) (qv) (qw) (qx) (qy) (qz) (ra) (rb) (rc) (rd) (re) (rf) (rg) (rh) (ri) (rj) (rk) (rl) (rm) (rn) (ro) (rp) (rq) (rr) (rs) (rt) (ru) (rv) (rw) (rx) (ry) (rz) (sa) (sb) (sc) (sd) (se) (sf) (sg) (sh) (si) (sj) (sk) (sl) (sm) (sn) (so) (sp) (sq) (sr) (ss) (st) (su) (sv) (sw) (sx) (sy) (sz) (ta) (tb) (tc) (td) (te) (tf) (tg) (th) (ti) (tj) (tk) (tl) (tm) (tn) (to) (tp) (tq) (tr) (ts) (tt) (tu) (tv) (tw) (tx) (ty) (tz) (ua) (ub) (uc) (ud) (ue) (uf) (ug) (uh) (ui) (uj) (uk) (ul) (um) (un) (uo) (up) (uq) (ur) (us) (ut) (uu) (uv) (uw) (ux) (uy) (uz) (va) (vb) (vc) (vd) (ve) (vf) (vg) (vh) (vi) (vj) (vk) (vl) (vm) (vn) (vo) (vp) (vq) (vr) (vs) (vt) (vu) (vv) (vw) (vx) (vy) (vz) (wa) (wb) (wc) (wd) (we) (wf) (wg) (wh) (wi) (wj) (wk) (wl) (wm) (wn) (wo) (wp) (wq) (wr) (ws) (wt) (wu) (wv) (ww) (wx) (wy) (wz) (xa) (xb) (xc) (xd) (xe) (xf) (xg) (xh) (xi) (xj) (xk) (xl) (xm) (xn) (xo) (xp) (xq) (xr) (xs) (xt) (xu) (xv) (xw) (xx) (xy) (xz) (ya) (yb) (yc) (yd) (ye) (yf) (yg) (yh) (yi) (yj) (yk) (yl) (ym) (yn) (yo) (yp) (yq) (yr) (ys) (yt) (yu) (yv) (yw) (yx) (yy) (yz) (za) (zb) (zc) (zd) (ze) (zf) (zg) (zh) (zi) (zj) (zk) (zl) (zm) (zn) (zo) (zp) (zq) (zr) (zs) (zt) (zu) (zv) (zw) (zx) (zy) (zz) (Aa) (Ab) (Ac) (Ad) (Ae) (Af) (Ag) (Ah) (Ai) (Aj) (Ak) (Al) (Am) (An) (Ao) (Ap) (Aq) (Ar) (As) (At) (Au) (Av) (Aw) (Ax) (Ay) (Az) (Ba) (Bb) (Bc) (Bd) (Be) (Bf) (Bg) (Bh) (Bi) (Bj) (Bk) (Bl) (Bm) (Bn) (Bo) (Bp) (Bq) (Br) (Bs) (Bt) (Bu) (Bv) (Bw) (Bx) (By) (Bz) (Ca) (Cb) (Cc) (Cd) (Ce) (Cf) (Cg) (Ch) (Ci) (Cj) (Ck) (Cl) (Cm) (Cn) (Co) (Cp) (Cq) (Cr) (Cs) (Ct) (Cu) (Cv) (Cw) (Cx) (Cy) (Cz) (Da) (Db) (Dc) (Dd) (De) (Df) (Dg) (Dh) (Di) (Dj) (Dk) (Dl) (Dm) (Dn) (Do) (Dp) (Dq) (Dr) (Ds) (Dt) (Du) (Dv) (Dw) (Dx) (Dy) (Dz) (Ea) (Eb) (Ec) (Ed) (Ee) (Ef) (Eg) (Eh) (Ei) (Ej) (Ek) (El) (Em) (En) (Eo) (Ep) (Eq) (Er) (Es) (Et) (Eu) (Ev) (Ew) (Ex) (Ey) (Ez) (Fa) (Fb) (Fc) (Fd) (Fe) (Ff) (Fg) (Fh) (Fi) (Fj) (Fk) (Fl) (Fm) (Fn) (Fo) (Fp) (Fq) (Fr) (Fs) (Ft) (Fu) (Fv) (Fw) (Fx) (Fy) (Fz) (Ga) (Gb) (Gc) (Gd) (Ge) (Gf) (Gg) (Gh) (Gi) (Gj) (Gk) (Gl) (Gm) (Gn) (Go) (Gp) (Gq) (Gr) (Gs) (Gt) (Gu) (Gv) (Gw) (Gx) (Gy) (Gz) (Ha) (Hb) (Hc) (Hd) (He) (Hf) (Hg) (Hi) (Hj) (Hk) (Hl) (Hm) (Hn) (Ho) (Hp) (Hq) (Hr) (Hs) (Ht) (Hu) (Hv) (Hw) (Hx) (Hy) (Hz) (Ia) (Ib) (Ic) (Id) (Ie) (If) (Ig) (Ih) (Ii) (Ij) (Ik) (Il) (Im) (In) (Io) (Ip) (Iq) (Ir) (Is) (It) (Iu) (Iv) (Iw) (Ix) (Iy) (Iz) (Ja) (Jb) (Jc) (Jd) (Je) (Jf) (Jg) (Jh) (Ji) (Jj) (Jk) (Jl) (Jm) (Jn) (Jo) (Jp) (Jq) (Jr) (Js) (Jt) (Ju) (Jv) (Jw) (Jx) (Jy) (Jz) (Ka) (Kb) (Kc) (Kd) (Ke) (Kf) (Kg) (Kh) (Ki) (Kj) (Kk) (Kl) (Km) (Kn) (Ko) (Kp) (Kq) (Kr) (Ks) (Kt) (Ku) (Kv) (Kw) (Kx) (Ky) (Kz) (La) (Lb) (Lc) (Ld) (Le) (Lf) (Lg) (Lh) (Li) (Lj) (Lk) (Ll) (Lm) (Ln) (Lo) (Lp) (Lq) (Lr) (Ls) (Lt) (Lu) (Lv) (Lw) (Lx) (Ly) (Lz) (Ma) (Mb) (Mc) (Md) (Me) (Mf) (Mg) (Mh) (Mi) (Mj) (Mk) (Ml) (Mm) (Mn) (Mo) (Mp) (Mq) (Mr) (Ms) (Mt) (Mu) (Mv) (Mw) (Mx) (My) (Mz) (Na) (Nb) (Nc) (Nd) (Ne) (Nf) (Ng) (Nh) (Ni) (Nj) (Nk) (Nl) (Nm) (Nn) (No) (Np) (Nq) (Nr) (Ns) (Nt) (Nu) (Nv) (Nw) (Nx) (Ny) (Nz) (Oa) (Ob) (Oc) (Od) (Oe) (Of) (Og) (Oh) (Oi) (Oj) (Ok) (Ol) (Om) (On) (Oo) (Op) (Oq) (Or) (Os) (Ot) (Ou) (Ov) (Ow) (Ox) (Oy) (Oz) (Pa) (Pb) (Pc) (Pd) (Pe) (Pf) (Pg) (Ph) (Pi) (Pj) (Pk) (Pl) (Pm) (Pn) (Po) (Pp) (Pq) (Pr) (Ps) (Pt) (Pu) (Pv) (Pw) (Px) (Py) (Pz) (Qa) (Qb) (Qc) (Qd) (Qe) (Qf) (Qg) (Qh) (Qi) (Qj) (Qk) (Ql) (Qm) (Qn) (Qo) (Qp) (Qq) (Qr) (Qs) (Qt) (Qu) (Qv) (Qw) (Qx) (Qy) (Qz) (Ra) (Rb) (Rc) (Rd) (Re) (Rf) (Rg) (Rh) (Ri) (Rj) (Rk) (Rl) (Rm) (Rn) (Ro) (Rp) (Rq) (Rr) (Rs) (Rt) (Ru) (Rv) (Rw) (Rx) (Ry) (Rz) (Sa) (Sb) (Sc) (Sd) (Se) (Sf) (Sg) (Sh) (Si) (Sj) (Sk) (Sl) (Sm) (Sn) (So) (Sp) (Sq) (Sr) (Ss) (St) (Su) (Sv) (Sw) (Sx) (Sy) (Sz) (Ta) (Tb) (Tc) (Td) (Te) (Tf) (Tg) (Th) (Ti) (Tj) (Tk) (Tl) (Tm) (Tn) (To) (Tp) (Tq) (Tr) (Ts) (Tt) (Tu) (Tv) (Tw) (Tx) (Ty) (Tz) (Ua) (Ub) (Uc) (Ud) (Ue) (Uf) (Ug) (Uh) (Ui) (Uj) (Uk) (Ul) (Um) (Un) (Uo) (Up) (Uq) (Ur) (Us) (Ut) (Uu) (Uv) (Uw) (Ux) (Uy) (Uz) (Va) (Vb) (Vc) (Vd) (Ve) (Vf) (Vg) (Vh) (Vi) (Vj) (Vk) (Vl) (Vm) (Vn) (Vo) (Vp) (Vq) (Vr) (Vs) (Vt) (Vu) (Vv) (Vw) (Vx) (Vy) (Vz) (Wa) (Wb) (Wc) (Wd) (We) (Wf) (Wg) (Wh) (Wi) (Wj) (Wk) (Wl) (Wm) (Wn) (Wo) (Wp) (Wq) (Wr) (Ws) (Wt) (Wu) (Wv) (Ww) (Wx) (Wy) (Wz) (Xa) (Xb) (Xc) (Xd) (Xe) (Xf) (Xg) (Xh) (Xi) (Xj) (Xk) (Xl) (Xm) (Xn) (Xo) (Xp) (Xq) (Xr) (Xs) (Xt) (Xu) (Xv) (Xw) (Xx) (Xy) (Xz) (Ya) (Yb) (Yc) (Yd) (Ye) (Yf) (Yg) (Yh) (Yi) (Yj) (Yk) (Yl) (Ym) (Yn) (Yo) (Yp) (Yq) (Yr) (Ys) (Yt) (Yu) (Yv) (Yw) (Yx) (Yy) (Yz) (Za) (Zb) (Zc) (Zd) (Ze) (Zf) (Zg) (Zh) (Zi) (Zj) (Zk) (Zl) (Zm) (Zn) (Zo) (Zp) (Zq) (Zr) (Zs) (Zt) (Zu) (Zv) (Zw) (Zx) (Zy) (Zz) (aa) (ab) (ac) (ad) (ae) (af) (ag) (ah) (ai) (aj) (ak) (al) (am) (an) (ao) (ap) (aq) (ar) (as) (at) (au) (av) (aw) (ax) (ay) (az) (ba) (bb) (bc) (bd) (be) (bf) (bg) (bh) (bi) (bj) (bk) (bl) (bm) (bn) (bo) (bp) (bq) (br) (bs) (bt) (bu) (bv) (bw) (bx) (by) (bz) (ca) (cb) (cc) (cd) (ce) (cf) (cg) (ch) (ci) (cj) (ck) (cl) (cm) (cn) (co) (cp) (cq) (cr) (cs) (ct) (cu) (cv) (cw) (cx) (cy) (cz) (da) (db) (dc) (dd) (de) (df) (dg) (dh) (di) (dj) (dk) (dl) (dm) (dn) (do) (dp) (dq) (dr) (ds) (dt) (du) (dv) (dw) (dx) (dy) (dz) (ea) (eb) (ec) (ed) (ee) (ef) (eg) (eh) (ei) (ej) (ek) (el) (em) (en) (eo) (ep) (eq) (er) (es) (et) (eu) (ev) (ew) (ex) (ey) (ez) (fa) (fb) (fc) (fd) (fe) (ff) (fg) (fh) (fi) (fj) (fk) (fl) (fm) (fn) (fo) (fp) (fq) (fr) (fs) (ft) (fu) (fv) (fw) (fx) (fy) (fz) (ga) (gb) (gc) (gd) (ge) (gf) (gg) (gh) (gi) (gj) (gk) (gl) (gm) (gn) (go) (gp) (gq) (gr) (gs) (gt) (gu) (gv) (gw) (gx) (gy) (gz) (ha) (hb) (hc) (hd) (he) (hf) (hg) (hi) (hj) (hk) (hl) (hm) (hn) (ho) (hp) (hq) (hr) (hs) (ht) (hu) (hv) (hw) (hx) (hy) (hz) (ia) (ib) (ic) (id) (ie) (if) (ig) (ih) (ii) (ij) (ik) (il) (im) (in) (io) (ip) (iq) (ir) (is) (it) (iu) (iv) (iw) (ix) (iy) (iz) (ja) (jb) (jc) (jd) (je) (jf) (jg) (jh) (ji) (jj) (jk) (jl) (jm) (jn) (jo) (jp) (jq) (jr) (js) (jt) (ju) (jv) (jw) (jx) (jy) (jz) (ka) (kb) (kc) (kd) (ke) (kf) (kg) (kh) (ki) (kj) (kk) (kl) (km) (kn) (ko) (kp) (kq) (kr) (ks) (kt) (ku) (kv) (kw) (kx) (ky) (kz) (la) (lb) (lc) (ld) (le) (lf) (lg) (lh) (li) (lj) (lk) (ll) (lm) (ln) (lo) (lp) (lq) (lr) (ls) (lt) (lu) (lv) (lw) (lx) (ly) (lz) (ma) (mb) (mc) (md) (me) (mf) (mg) (mh) (mi) (mj) (mk) (ml) (mm) (mn) (mo) (mp) (mq) (mr) (ms) (mt) (mu) (mv) (mw) (mx) (my) (mz) (na) (nb) (nc) (nd) (ne) (nf) (ng) (nh) (ni) (nj) (nk) (nl) (nm) (nn) (no) (np) (nq) (nr) (ns) (nt) (nu) (nv) (nw) (nx) (ny) (nz) (oa) (ob) (oc) (od) (oe) (of) (og) (oh) (oi) (oj) (ok) (ol) (om) (on) (oo) (op) (oq) (or) (os) (ot) (ou) (ov) (ow) (ox) (oy) (oz) (pa) (pb) (pc) (pd) (pe) (pf) (pg) (ph) (pi) (pj) (pk) (pl) (pm) (pn) (po) (pp) (pq) (pr) (ps) (pt) (pu) (pv) (pw) (px) (py) (pz) (qa) (qb) (qc) (qd) (qe) (qf) (qg) (qh) (qi) (qj) (qk) (ql) (qm) (qn) (qo) (qp) (qq) (qr) (qs) (qt) (qu) (qv) (qw) (qx) (qy) (qz) (ra) (rb) (rc) (rd) (re) (rf) (rg) (rh) (ri) (rj) (rk) (rl) (rm) (rn) (ro) (rp) (rq) (rr) (rs) (rt) (ru) (rv) (rw) (rx) (ry) (rz) (sa) (sb) (sc) (sd) (se) (sf) (sg) (sh) (si) (sj) (sk) (sl) (sm) (sn) (so) (sp) (sq) (sr) (ss) (st) (su) (sv) (sw) (sx) (sy) (sz) (ta) (tb) (tc) (td) (te) (tf) (tg) (th) (ti) (tj) (tk) (tl) (tm) (tn) (to) (tp) (tq) (tr) (ts) (tt) (tu) (tv) (tw) (tx) (ty) (tz) (ua) (ub) (uc) (ud) (ue) (uf) (ug) (uh) (ui) (uj) (uk) (ul) (um) (un) (uo) (up) (uq) (ur) (us) (ut) (uu) (uv) (uw) (ux) (uy) (uz) (va) (vb) (vc) (vd) (ve) (vf) (vg) (vh) (vi) (vj) (vk) (vl) (vm) (vn) (vo) (vp) (vq) (vr) (vs) (vt) (vu) (vv) (vw) (vx) (vy) (vz) (wa) (wb) (wc) (wd) (we) (wf) (wg) (wh) (wi) (wj) (wk) (wl) (wm) (wn) (wo) (wp) (wq) (wr) (ws) (wt) (wu) (wv) (ww) (wx) (wy) (wz) (xa) (xb) (xc) (xd) (xe) (xf) (xg) (xh) (xi) (xj) (xk) (xl) (xm) (xn) (xo) (xp) (xq) (xr) (xs) (xt) (xu) (xv) (xw) (xx) (xy) (xz) (ya) (yb) (yc) (yd) (ye) (yf) (yg) (yh) (yi) (yj) (yk) (yl) (ym) (yn) (yo) (yp) (yq) (yr) (ys) (yt) (yu) (yv) (yw) (yx) (yy) (yz) (za) (zb) (zc) (zd) (ze) (zf) (zg) (zh) (zi) (zj) (zk) (zl) (zm) (zn) (zo) (zp) (zq) (zr) (zs) (zt) (zu) (zv) (zw) (zx) (zy) (zz) (Aa) (Ab) (Ac) (Ad) (Ae) (Af) (Ag) (Ah) (Ai) (Aj) (Ak) (Al) (Am) (An) (Ao) (Ap) (Aq) (Ar) (As) (At) (Au) (Av) (Aw) (Ax) (Ay) (Az) (Ba) (Bb) (Bc) (Bd) (Be) (Bf) (Bg) (Bh) (Bi) (Bj) (Bk) (Bl) (Bm) (Bn) (Bo) (Bp) (Bq) (Br) (Bs) (Bt) (Bu) (Bv) (Bw) (Bx) (By) (Bz) (Ca) (Cb) (Cc) (Cd) (Ce) (Cf) (Cg) (Ch) (Ci) (Cj) (Ck) (Cl) (Cm) (Cn) (Co) (Cp) (Cq) (Cr) (Cs) (Ct) (Cu) (Cv) (Cw) (Cx) (Cy) (Cz) (Da) (Db) (Dc) (Dd) (De) (Df) (Dg) (Dh) (Di) (Dj) (Dk) (Dl) (Dm) (Dn) (Do) (Dp) (Dq) (Dr) (Ds) (Dt) (Du) (Dv) (Dw) (Dx) (Dy) (Dz) (Ea) (Eb) (Ec) (Ed) (Ee) (Ef) (Eg) (Eh) (Ei) (Ej) (Ek) (El) (Em) (En) (Eo) (Ep) (Eq) (Er) (Es) (Et) (Eu) (Ev) (Ew) (Ex) (Ey) (Ez) (Fa) (Fb) (Fc) (Fd) (Fe) (Ff) (Fg) (Fh) (Fi) (Fj) (Fk) (Fl) (Fm) (Fn) (Fo) (Fp) (Fq) (Fr) (Fs) (Ft) (Fu) (Fv) (Fw) (Fx) (Fy) (Fz) (Ga) (Gb) (Gc) (Gd) (Ge) (Gf) (Gg) (Gh) (Gi) (Gj) (Gk) (Gl) (Gm) (Gn) (Go) (Gp) (Gq) (Gr) (Gs) (Gt) (Gu) (Gv) (Gw) (Gx) (Gy) (Gz) (Ha) (Hb) (Hc) (Hd) (He) (Hf) (Hg) (Hi) (Hj) (Hk) (Hl) (Hm) (Hn) (Ho) (Hp) (Hq) (Hr) (Hs) (Ht) (Hu) (Hv) (Hw) (Hx) (Hy) (Hz) (Ia) (Ib) (Ic) (Id) (Ie) (If) (Ig) (Ih) (Ii) (Ij) (Ik) (Il) (Im) (In) (Io) (Ip) (Iq) (Ir) (Is) (It) (Iu) (Iv) (Iw) (Ix) (Iy) (Iz) (Ja) (Jb) (Jc) (Jd) (Je) (Jf) (Jg) (Jh) (Ji) (Jj) (Jk) (Jl) (Jm) (Jn) (Jo) (Jp) (Jq) (Jr) (Js) (Jt) (Ju) (Jv) (Jw) (Jx) (Jy) (Jz) (Ka) (Kb) (Kc) (Kd) (Ke) (Kf) (Kg) (Kh) (Ki) (Kj) (Kk) (Kl) (Km) (Kn) (Ko) (Kp) (Kq) (Kr) (Ks) (Kt) (Ku) (Kv) (Kw) (Kx) (Ky) (Kz) (La) (Lb) (Lc) (Ld) (Le) (Lf) (Lg) (Lh) (Li) (Lj) (Lk) (Ll) (Lm) (Ln) (Lo) (Lp) (Lq) (Lr) (Ls) (Lt) (Lu) (Lv) (Lw) (Lx) (Ly) (Lz) (Ma) (Mb) (Mc) (Md) (Me) (Mf) (Mg) (Mh) (Mi) (Mj) (Mk) (Ml) (Mm) (Mn) (Mo) (Mp) (Mq) (Mr) (Ms) (Mt) (Mu) (Mv) (Mw) (Mx) (My) (Mz) (Na) (Nb) (Nc) (Nd) (Ne) (Nf) (Ng) (Nh) (Ni) (Nj) (Nk) (Nl) (Nm) (Nn) (No) (Np) (Nq) (Nr) (Ns) (Nt) (Nu) (Nv) (Nw) (Nx) (Ny) (Nz) (Oa) (Ob) (Oc) (Od) (Oe) (Of) (Og) (Oh) (Oi) (Oj) (Ok) (Ol) (Om) (On) (Oo) (Op) (Oq) (Or) (Os) (Ot) (Ou) (Ov) (Ow) (Ox) (Oy) (Oz) (Pa) (Pb) (Pc) (Pd) (Pe) (Pf) (Pg) (Ph) (Pi) (Pj) (Pk) (Pl) (Pm) (Pn) (Po) (Pp) (Pq) (Pr) (Ps) (Pt) (Pu) (Pv) (Pw) (Px) (Py) (Pz) (Qa) (Qb) (Qc) (Qd) (Qe) (Qf) (Qg) (Qh) (Qi) (Qj) (Qk) (Ql) (Qm) (Qn) (Qo) (Qp) (Qq) (Qr) (Qs) (Qt) (Qu) (Qv) (Qw) (Qx) (Qy) (Qz) (Ra) (Rb) (Rc) (Rd) (Re) (Rf) (Rg) (Rh) (Ri) (Rj) (Rk) (Rl) (Rm) (Rn) (Ro) (Rp) (Rq) (Rr) (Rs) (Rt) (Ru) (Rv) (Rw) (Rx) (Ry) (Rz) (Sa) (Sb) (Sc) (Sd) (Se) (Sf) (Sg) (Sh) (Si) (Sj) (Sk) (Sl) (Sm) (Sn) (So) (Sp) (Sq) (Sr) (Ss) (St) (Su) (Sv) (Sw) (Sx) (Sy) (Sz) (Ta) (Tb) (Tc) (Td) (Te) (Tf) (Tg) (Th) (Ti) (Tj) (Tk) (Tl) (Tm) (Tn) (To) (Tp) (Tq) (Tr) (Ts) (Tt) (Tu) (Tv) (Tw) (Tx) (Ty) (Tz) (Ua) (Ub) (Uc) (Ud) (Ue) (Uf) (Ug) (Uh) (Ui) (Uj) (Uk) (Ul) (Um) (Un) (Uo) (Up) (Uq) (Ur) (Us) (Ut) (Uu) (Uv) (Uw) (Ux) (Uy) (Uz) (Va) (Vb) (Vc) (Vd) (Ve) (Vf) (Vg) (Vh) (Vi) (Vj) (Vk) (Vl) (Vm) (Vn) (Vo) (Vp) (Vq) (Vr) (Vs) (Vt) (Vu) (Vv) (Vw) (Vx) (Vy) (Vz) (Wa) (Wb) (Wc) (Wd) (We) (Wf) (Wg) (Wh) (Wi) (Wj) (Wk) (Wl) (Wm) (Wn) (Wo) (Wp) (Wq) (Wr) (Ws) (Wt) (Wu) (Wv) (Ww) (Wx) (Wy) (Wz) (Xa) (Xb) (Xc) (Xd) (Xe) (Xf) (Xg) (Xh) (Xi) (Xj) (Xk) (Xl) (Xm) (Xn) (Xo) (Xp) (Xq) (Xr) (Xs) (Xt) (Xu) (Xv) (Xw) (Xx) (Xy) (Xz) (Ya) (Yb) (Yc) (Yd) (Ye) (Yf) (Yg) (Yh) (Yi) (Yj) (Yk) (Yl) (Ym) (Yn) (Yo) (Yp) (Yq) (Yr) (Ys) (Yt) (Yu) (Yv) (Yw) (Yx) (Yy) (Yz) (Za) (Zb) (Zc) (Zd) (Ze) (Zf) (Zg) (Zh) (Zi) (Zj) (Zk) (Zl) (Zm) (Zn) (Zo) (Zp) (Zq) (Zr) (Zs) (Zt) (Zu) (Zv) (Zw) (Zx) (Zy) (Zz) (aa) (ab) (ac) (ad) (ae) (af) (ag) (ah) (ai) (aj) (ak) (al) (am) (an) (ao) (ap) (aq) (ar) (as) (at) (au) (av) (aw) (ax) (ay) (az) (ba) (bb) (bc) (bd) (be) (bf) (bg) (bh) (bi) (bj) (bk) (bl) (bm) (bn) (bo) (bp) (bq) (br) (bs) (bt) (bu) (bv) (bw) (bx) (by) (bz) (ca) (cb) (cc) (cd) (ce) (cf) (cg) (ch) (ci) (cj) (ck) (cl) (cm) (cn) (co) (cp) (cq) (cr) (cs) (ct) (cu) (cv) (cw) (cx) (cy) (cz) (da) (db) (dc) (dd) (de) (df) (dg) (dh) (di) (dj) (dk) (dl) (dm) (dn) (do) (dp) (dq) (dr) (ds) (dt) (du) (dv) (dw) (dx) (dy) (dz) (ea) (eb) (ec) (ed) (ee) (ef) (eg) (eh) (ei) (ej) (ek) (el) (em) (en) (eo) (ep) (eq) (er) (es) (et) (eu) (ev) (ew) (ex) (ey) (ez) (fa) (fb) (fc) (fd) (fe) (ff) (fg) (fh) (fi) (fj) (fk) (fl) (fm) (fn) (fo) (fp) (fq) (fr) (fs) (ft) (fu) (fv) (fw) (fx) (fy) (fz) (ga) (gb) (gc) (gd) (ge) (gf) (gg) (gh) (gi) (gj) (gk) (gl) (gm) (gn) (go) (gp) (gq) (gr) (gs) (gt) (gu) (gv) (gw) (gx) (gy) (gz) (ha) (hb) (hc) (hd) (he) (hf) (hg) (hi) (hj) (hk) (hl) (hm) (hn) (ho) (hp) (hq) (hr) (hs) (ht) (hu) (hv) (hw) (hx) (hy) (hz) (ia) (ib) (ic) (id) (ie) (if) (ig) (ih) (ii) (ij) (ik) (il) (im) (in) (io) (ip) (iq) (ir) (is) (it) (iu) (iv) (iw) (ix) (iy) (iz) (ja) (jb) (jc) (jd) (je) (jf) (jg) (jh) (ji) (jj) (jk) (jl) (jm) (jn) (jo) (jp) (jq) (jr) (js) (jt) (ju) (jv) (jw) (jx) (jy) (jz) (ka) (kb) (kc) (kd) (ke) (kf) (kg) (kh) (ki) (kj) (kk) (kl) (km) (kn) (ko) (kp) (kq) (kr) (ks) (kt) (ku) (kv) (kw) (kx) (ky) (kz) (la) (lb) (lc) (ld) (le) (lf) (lg) (lh) (li) (lj) (lk) (ll) (lm) (ln) (lo) (lp) (lq) (lr) (ls) (lt) (lu) (lv) (lw) (lx) (ly) (lz) (ma) (mb) (mc) (md) (me) (mf) (mg) (mh) (mi) (mj) (mk) (ml) (mm) (mn) (mo) (mp) (mq) (mr) (ms) (mt) (mu) (mv) (mw) (mx) (my) (mz) (na) (nb) (nc) (nd) (ne) (nf) (ng) (nh) (ni) (nj) (nk) (nl) (nm) (nn) (no) (np) (nq) (nr) (ns) (nt) (nu) (nv) (nw) (nx) (ny) (nz) (oa) (ob) (oc) (od) (oe) (of) (og) (oh) (oi) (oj) (ok) (ol) (om) (on) (oo) (op) (oq) (or) (os) (ot) (ou) (ov) (ow) (ox) (oy) (oz) (pa) (pb) (pc) (pd) (pe) (pf) (pg) (ph) (pi) (pj) (pk) (pl) (pm) (pn) (po) (pp) (pq) (pr) (ps) (pt) (pu) (pv) (pw) (px) (py) (pz) (qa) (qb) (qc) (qd) (qe) (qf) (qg) (qh) (qi) (qj) (qk) (ql) (qm) (qn) (qo) (qp) (qq) (qr) (qs) (qt) (qu) (qv) (qw) (qx) (qy) (qz) (ra) (rb) (rc) (rd) (re) (rf) (rg) (rh) (ri) (rj) (rk) (rl) (rm) (rn) (ro) (rp) (rq) (rr) (rs) (rt) (ru) (rv) (rw) (rx) (ry) (rz) (sa) (sb) (sc) (sd) (se) (sf) (sg) (sh) (si) (sj) (sk) (sl) (sm) (sn) (so) (sp) (sq) (sr) (ss) (st) (su) (sv) (sw) (sx) (sy) (sz) (ta) (tb) (tc) (td) (te) (tf) (tg) (th) (ti) (tj) (tk) (tl) (tm) (tn) (to) (tp) (tq) (tr) (ts) (tt) (tu) (tv) (tw) (tx) (ty) (tz) (ua) (ub) (uc) (ud) (ue) (uf) (ug) (uh) (ui) (uj) (uk) (ul) (um) (un) (uo) (up) (uq) (ur) (us) (ut) (uu) (uv) (uw) (ux) (uy) (uz) (va) (vb) (vc) (vd) (ve) (vf) (vg) (vh) (vi) (vj) (vk) (vl) (vm) (vn) (vo) (vp) (vq) (vr) (vs) (vt) (vu) (vv) (vw) (vx) (vy) (vz) (wa) (wb) (wc) (wd) (we) (wf) (wg) (wh) (wi) (wj) (wk) (wl) (wm) (wn) (wo) (wp) (wq) (wr) (ws) (wt) (wu) (wv) (ww) (wx) (wy) (wz) (xa) (xb) (xc) (xd) (xe) (xf) (xg) (xh) (xi) (xj) (xk) (xl) (xm) (xn) (xo) (xp) (xq) (xr) (xs) (xt) (xu) (xv) (xw) (xx) (xy) (xz) (ya) (yb) (yc) (yd) (ye) (yf) (yg) (yh) (yi) (yj) (yk) (yl) (ym) (yn) (yo) (yp) (yq) (yr) (ys) (yt) (yu) (yv) (yw) (yx) (yy) (yz) (za) (zb) (zc) (zd) (ze) (zf) (zg) (zh) (zi) (zj)